





6 Etat actuel de la diversité végétale au Bénin

Current state of plant diversity in Benin

Des efforts louables ont été consentis au Bénin pour une meilleure connaissance de la biodiversité végétale au niveau national. Des études scientifiques sont de plus en plus orientées dans le pays non seulement vers la caractérisation des écosystèmes naturels et agricoles, mais aussi, vers la connaissance des espèces qui les constituent. Le présent chapitre est organisé en 3 sous-chapitres. Le premier fait le point de l'aperçu de l'état de l'agrobiodiversité en procurant des renseignements sur certaines cultures annuelles ou pérennes clés qui contribuent à la diversification des filières agricoles du Bénin. Le deuxième sous-chapitre renseigne sur certaines espèces ligneuses alimentaires autochtones conservées dans les systèmes et parcs agroforestiers traditionnels alors que le troisième résume les efforts accrus qui sont consentis pour identifier et caractériser la biodiversité des champignons qui se retrouvent dans les différents écosystèmes du pays.

Laudable efforts have been made in Benin to improve the knowledge of plant biodiversity. In the country, scientific studies are increasingly oriented not only towards the characterization of natural and agricultural ecosystems, but also towards the knowledge of the species which are present in these ecosystems. The present chapter is organized in three subchapters. The first shows the general state of agrobiodiversity by giving information on annual or perennial key crops that contribute to the diversification of agricultural sectors in Benin. The second subchapter provides information on native tree species with edible parts, conserved in traditional agroforestry systems and parks, while the third subchapter summarizes the efforts to identify and characterize the fungal biodiversity found in the different ecosystems of the country.

Fig. 6.0: Végétation naturelle montrant une population de *Encephalartos barteri*. | Natural vegetation showing a population of *Encephalartos barteri*. MEK

PLANTES CULTIVEES AU BENIN

6.1

Culture de l'anacardier

Ibouraïma YABI
Michel BOKO
Brice SINSIN

L'anacardier marque de plus en plus le paysage agraire au Bénin notamment dans ses principales aires de culture. La présente présentation fait une description de l'espèce et de ses conditions écologiques. De même, les principales zones productrices de l'espèce au Bénin ont été présentées ainsi que ses utilités socioéconomique et environnementale.

BREVE DESCRIPTION DE L'ESPECE

L'anacardier (*Anacardium occidentale*, Anacardiaceae), est un arbre originaire des régions tropicales d'Amérique, notamment le Brésil (Fig. 6.1). L'arbre aurait été découvert au cours du XVIème siècle. Les indiens Tupi du Brésil appelaient l'anacardier «acaju» qui est

devenu «caju» sous l'influence des colons Portugais. Les Anglais l'ont nommé «cashew», tandis qu'il est appelé «cajuil» en espagnol et «acajou» ou «cajou» en français (qui ne se confond pas avec un autre arbre dont le bois rouge, précieux, est utilisé en menuiserie et en ébénisterie), en Nagot «égi yi cajou» et en Mahi ou fon «cajou ti».

L'anacardier est un arbre ayant une hauteur moyenne de 10 m. Ses feuilles sont simples, alternes et coriaces. Quant aux fleurs elles sont mâles ou hermaphrodites, blanches ou jaune pâle striées de rose, et regroupées en panicule terminale et odoriférantes (Fig. 6.2).

Le fruit (encore appelé noix) de cajou est sec, indéhiscent, avec une seule graine. Il est suspendu à un pédoncule renflé en forme de poivron de taille variable et de couleur rouge ou jaune : c'est la pomme cajou ou faux fruit. La fructification se fait en deux stades : Le vrai fruit ou noix se développe dans un premier temps et lorsqu'il atteint son volume maximum entre 30 à 35 jours, que le pédoncule, jusque là normal, se développe considérablement et très rapidement devenant charnu (pomme de cajou). En ce moment, la noix perdant de l'humidité, diminue de volume, durcit et passe de vert à gris.

Le diamètre du fût peut atteindre 70 cm. Au Bénin, les premières introductions de l'anacardier remontent à la période coloniale. A cette

“acaju”, which became “caju” under the influence of the Portuguese settlers. The British called it “cashew”, whereas it is known as “cajuil” in Spanish and “acajou” or “cajou” in French (not to be confused with the precious red wood of another tree, mahogany, which is used in carpentry and cabinet-making), in Nagot “égi yi cajou” and in Mahi or Fon “cajou ti”.

The cashew tree can reach 10 m in height. Its leaves are simple, alternate and leathery. Its flowers are male or hermaphrodite, white or pale yellow striated with pink, arranged in a terminal panicle, and are fragrant (Fig. 6.2).

The cashew fruit (also known as a nut) is dry, indehiscent and contains a single seed. It hangs from a bulbous, capsicum-shaped peduncle, varying in size, red or yellow in colour: this is the cashew apple or ‘false fruit’. Fruiting occurs in two stages: first, the true fruit or nut develops and when it reaches its maximum volume, at 30 to 35 days’ growth, the peduncle, which up to that point has been normal in size, grows considerably and very rapidly, becoming fleshy (the cashew apple). At this time, the nut loses moisture, decreases in size, hardens and its colour turns from green to grey.

The stem diameter can reach 70 cm. The cashew tree was first

CULTIVATED PLANTS IN BENIN

Growing cashew trees

The cashew tree is becoming increasingly common in the agrarian landscape of Benin, particularly in its main growing zones. This presentation gives a description of the species and its ecological conditions. It also provides details on the regions where it is growing in Benin, as well as on its socioeconomic and environmental importance.

BRIEF DESCRIPTION OF THE SPECIES

The cashew tree (*Anacardium occidentale*, Anacardiaceae) is a tree originating from the tropical regions of America, in particular from Brazil (Fig. 6.1). The tree was discovered during the XVIth century. The Tupi indians of Brazil called the cashew tree

époque, les colons ont essayé au Dahomey (actuel République du Bénin) des semences du Brésil entre 1948 et 1958 sans toutefois en faire une préoccupation majeure. Ce n'est qu'au début des indépendances que les vraies plantations d'anacardiers ont commencé au Bénin. Après une période sans engouement à cet arbre, les producteurs y manifestent un intérêt de plus en plus croissant depuis les années 1990 notamment dans les régions écologiquement favorables au développement de l'arbre.

ÉCOLOGIE DE L'ANACARDIER ET RÉGIONS DE PRODUCTION AU BÉNIN

Pour donner de bon rendement et de fruits sains, l'anacardier a besoin de conditions écologiques résumées dans le tableau 6.2.

Les facteurs climatiques et pédologiques sont les plus déterminants du développement de l'arbre. Au Bénin, ces conditions écologiques sont plus ou moins remplies dans certaines régions et déterminent la culture de l'anacardier.

L'espèce est cultivée essentiellement dans le Centre du Bénin (Carte 6.1) notamment dans les Départements du Zou et des Collines, de l'Atacora et de la Donga en raison des conditions écologiques qui y sont globalement favorables et de la disponibilité des terres agricoles.

introduced in Benin in the colonial era. At that time, the colonial settlers attempted, in Dahomey (present-day Republic of Benin) to sow seeds from Brazil between 1948 and 1958, although they did not make it their major preoccupation. It was only at the beginning of the independence period that cashew tree plantations were started in Benin. After a period of scant interest in this tree, from the 1990s onwards producers started to show more and more interest in it, particularly in regions which were ecologically favourable for its growth.

ECOLOGY OF THE CASHEW TREE AND REGIONS OF PRODUCTION IN BENIN

In order to give a good yield of healthy fruits, the cashew tree needs the following ecological conditions (Tab. 6.2).

Climatic and pedological factors are the most determining factors in the development of this tree. In Benin, these ecological conditions are more or less met in certain regions, thus determining growth of the cashew tree.



Fig. 6.1: *Anacardium occidentale* SCH

Globalement, les superficies de jeunes plantations de moins de 5 ans d'âge dominant (60 % à 70 %), ce qui témoigne de l'intérêt accordé par les producteurs à cette culture au cours de ces dernières années.

TECHNIQUE DE REPRODUCTION

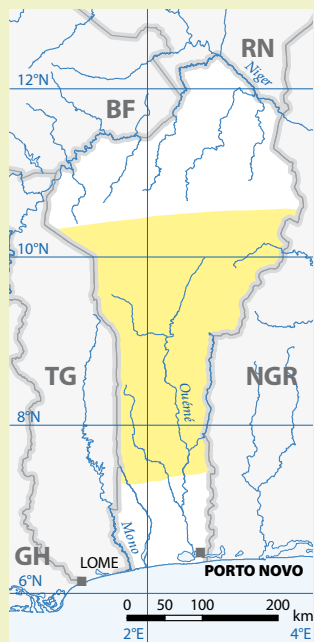
Au Bénin, la reproduction de l'anacardier se fait par deux modes de semis.


- Le semis direct à raison de deux graines par poquet est réalisé après la préparation du sol. Cette opération se fait pendant la saison pluvieuse de sorte que les plantules se trouvent avec un système racinaire déjà bien formé avant la saison sèche

suivante. L'arbre pourra continuer normalement son développement par les seules réserves d'eau du sol. Ce mode est utilisé par la majorité des planteurs qui choisissent les noix des arbres jugés vigoureux et sains.

- Quant au semis par repiquage, il consiste à planter des jeunes plantes issues des pépinières. Ce mode de semis qui se fait également pendant la saison pluvieuse est préconisé par les agents techniques mais peu pratiqué par les producteurs qui le jugent plus fastidieux.

Les densités de plantation vont de 100 pieds à l'hectare (norme recommandée) à bien plus.



Cultivation de l'anacardier  Cultivation of cashew

Carte 6.1: Principales aires de culture d'anacardier au Bénin.

Map 6.1: Main areas of cashew tree growing in Benin. Source : Tandjiékpon, 2005

Region Region	Superficies Planted areas (ha)
Zou/Collines	14 304 (55 %)
Atacora/Donga	7 725 (30 %)
Borgou/Alibori	3 397 (13 %)
Ouémé/Plateau	585 (2 %)
Mono/Couffo	101 (0,5 %)

Tab. 6.1: Superficies (ha) plantées d'anacardiers en 2000 au Bénin. | Planted areas (in hectares) of cashew trees in 2000 in Benin.

Source : PADSE, 2001

Tab. 6.2: Synthèse des normes écologiques de l'anacardier. | A summary of ecological standards for the cashew tree.

Paramètres	Parameters	Normes admises Acceptable standards
Type de climat	Climate type	Tropical 2 saisons tranchées 2 distinct seasons
Pluviométrie (mm/an)	Rainfall (mm/year)	1 000 - 1 600
Durée de la saison sèche (mois/an)	Duration of the dry season (months/year)	4-6
Température moyenne mensuelle (°C)	Average monthly temperature (°C)	12 -32
Insolation (heures/an)	Exposure to sunlight (hours/year)	500 -2 000
Humidité relative moyenne mensuelle (%)	Average monthly relative humidity (%)	65 - 80
Types de sols	Soil types	Sableux, ou sablo-limoneux (sols légers, perméables acides ou neutres) Sandy or sand/silt (light, permeable, acid or neutral soils)
Altitude (m)	Altitude (m)	0-1 000

The species is grown mainly in the Centre of Benin (Map 6.1), particularly in the Zou and Collines Departments and in the Atacora and Donga Departments due to the ecological conditions, which, overall, are favourable in these regions – and due to the availability of agricultural land.

Overall, there is a predominance of young plantations of less than 5 years of age (60 % to 70 %), which demonstrates the increasing interest of producers in the growing of these trees in recent years.

REPRODUCTIVE TECHNIQUE

In Benin, cashew trees are reproduced by means of two sowing methods.

- Direct sowing: two seeds are sown per seed hole once the soil has been prepared. This task is carried out during the rainy season so that the young plants are equipped with a well-formed root system before the ensuing dry season. The tree is then able to continue to develop relying solely on groundwater reserves. This method is used by the majority of planters, who select the nuts from vigorous and healthy trees.



6.2



6.3



6.4

Fig. 6.2: Fleurs et jeunes fruits d'anacardier. | Cashew tree flowering and with young fruit. MSC

Fig. 6.3: Fruit grines murs de l'anacardier. | Ripe fruits and seeds of cashew. MSC

Fig. 6.4: Anacardiers en association avec le sorghum. | Cashew trees combined with sorghum. SCH

Fig. 6.5: Variétés d'anacardiers cultivées au Bénin : variété jauneeet variété rouge . | Cashew varieties grown in Benin: yellow variety and red variety. APA



6.5

Deux variétés d'anacardiers sont cultivées au Bénin : la variété jaune et la variété rouge (Fig. 6.4). Au niveau actuel des connaissances, seule la couleur de la pomme (faux fruit) constitue le facteur visible qui permet de distinguer les variétés d'anacardiers cultivées. Mais, chaque variété regroupe en son sein des variantes caractérisées par des nuances dans les couleurs. La variété jaune inclut par exemple les fruits à pommes jaunes pures, jaunes claires, etc. tandis que la variété rouge est faite de fruits rouges purs, rouge vin, rouge clair et roses.

Au Bénin, la culture d'anacardier s'inscrit dans un système agroforestier qui permet aux producteurs de diversifier les cultures. Ainsi, au cours de ses premières années, l'anacardier est associé aux cultures vivrières ou de rente (Fig. 6.5).

La durée d'association des cultures annuelles varie en fonction de la densité des plantations; elle excède rarement 8 ans. Lorsque les cimes des anacardiers se joignent et que l'association des cultures annuelles devient impossible, les anacardiers restent seuls et les agroforêts deviennent des plantations.

- Transplantation: this consists in planting out the young plants produced in nurseries. This method of planting, which is also applied during the rainy season, is recommended by technical agents but is little used by producers, who find it more tedious. Plantation densities range from 100 individuals per hectare (the recommended standard) to considerably more.

Two varieties of cashew tree are grown in Benin: the yellow variety and the red variety (Fig. 6.4). According to current knowledge, the colour of the apple (the 'false fruit') is the only visible factor that enables one to distinguish between the varieties of cashew tree. However, each variety contains within it variants characterised by nuances in colour. For example, the yellow variety includes apples pure yellow and light yellow etc. in colour, whereas the red variety is made up of pure red, burgundy, light red and pink colours.

In Benin, the growing of cashew trees falls within an agroforestry system that allows producers to diversify their crops. Therefore, in its early years, the cashew tree plantation is mixed with food or cash crops (Fig. 6.5). The period during which

UTILITÉS SOCIOÉCONOMIQUE ET ÉCOLOGIQUE DE L'ANACARDIER

Sur le plan socioéconomique, la vente des noix d'anacardiers permet aux producteurs de disposer de gain financier complémentaire (variant entre 20 et 30 % du revenu global de leur ménage). De même, les travaux d'entretien des agroforêts et plantations, la transformation artisanale et industrielle des noix et leur commercialisation, etc. sont des activités pourvoyeuses d'emplois temporels et de gains aux différents acteurs impliqués et permettent de ce fait un renforcement de l'économie locale. Même à l'échelle nationale, la culture de l'anacardier est génératrice de devises supplémentaires à l'Etat. Par exemple en 2000, les noix d'anacardier ont représenté le deuxième produit d'exportation du Bénin après le coton. En outre, la pharmacopée populaire utilise presque toutes les parties de l'anacardier pour soigner diverses maladies. L'écorce est plus utilisée et son usage sous forme d'antibiotique est le plus répandu.

Quant aux incidences écologiques, les investigations ont révélé que la culture d'anacardier est un facteur de reboisement des espaces cultureux, ce qui protège ces espaces contre l'érosion. De même, la pratique agrofestière basée sur l'anacardier permet au producteur

annual crops are mixed with cashew trees depends on the density of the plantation and rarely exceeds 8 years. When the crowns of the cashew trees join and the combination with annual crops becomes impossible, cashew trees are left to grow on their own and the agro-forestry systems become plantations.

SOCIOECONOMIC AND ECOLOGICAL USES OF THE CASHEW TREE

In terms of socioeconomic impact, selling cashew nuts allows producers to receive a supplementary income (varying between 20 and 30 % of their overall household revenue). Furthermore, the maintenance of agro-forests and plantations, the artisanal or industrial processing of the nuts and their commercialisation, etc., are activities which generate temporary employment and provide profit to the involved actors and therefore strengthen the local economy. Even on a national scale, the growing of cashew trees generates supplementary income for the government. For example, in the year 2000, cashew nuts represented Benin's second export product after cotton. Furthermore, in traditional pharmacopoeia, almost all parts of the

de rester sur la même parcelle pendant plusieurs années, ce qui freine son itinérance à la recherche de nouvelles terres agricoles et réduit ainsi la pression humaine sur les **écosystèmes**⁷ naturels. En outre, l'**agroforesterie**⁷ à base de l'anacardier telle que pratiquée au Bénin permet la coexistence de l'anacardier avec d'autres plantes spontanées et permet de conserver la **biodiversité**⁷ même si les indices de diversité obtenus dans les agroforêts sont faibles par rapport à ceux des formations végétales naturelles. Au total, la culture d'anacardier offre des avantages socioéconomiques et environnementaux certains au Bénin.

RISQUES

- Des plantations entières se consomment chaque année du fait des feux de végétation consécutifs aux insuffisances d'entretien.
- Les attaques parasitaires sont également l'une des difficultés rencontrées par les producteurs d'anacardier. Ainsi, les feuilles sont souvent attaquées par les chenilles dévoreuses de feuilles. Quant aux tiges, elles sont attaquées par le coléoptère *Plocaederus ferrugeneus*. Par ailleurs, il y a la chute des fleurs due à des champignons tels que *Cladosporium sclerotinia* qui attaque l'arbre dès le mois de novembre, au moment où la plante entre en floraison.

species is used to treat at least one disease. The bark is the part most often used, most widespread as an antibiotic.

In terms of its ecological impact, investigations have shown that the growing of cashew trees is a re-afforestation method of otherwise cultivated areas, and protects these areas against erosion. Also, agro-forestry based on the cashew tree allows producers to remain on the same plot of land for several years, which slows down their need to roam in search of new agricultural land and thus reduces human pressure on natural **ecosystems**⁷. Furthermore, agro-forestry based on cashew trees as practised in Benin allows the cashew tree to co-exist alongside other spontaneous plants and conserves **biodiversity**⁷ even if the diversity indices obtained in agro-forests are low compared to those of natural vegetation. Overall, the growing of cashew trees offers undisputed socioeconomic and environmental advantages in Benin.

RISKS

- Entire plantations are consumed every year due to forest fires as a result of insufficient maintenance.

- La variabilité climatique (insuffisance et mauvaise répartition de la pluie, **harmattan**⁷ trop déséchant, orages au cours des phases de floraison et de fructification, etc.) affecte également le rendement de l'anacardier au Bénin.

CONCLUSION

Introduit au Bénin depuis la période coloniale, l'anacardier se cultive principalement dans le moyen-Bénin où les conditions écologiques lui sont plus favorables. La culture de l'anacardier qui a pris de l'ampleur depuis des années 1 990 s'inscrit dans un système agroforestier et offre des intérêts socioéconomiques et écologiques qui pourraient être optimisés si des solutions idoines sont trouvées aux difficultés éprouvées par les producteurs.

- **Parasite**⁷ attacks are another problem encountered by cashew tree producers. The leaves are often attacked by leaf-consuming caterpillars. The stems are attacked by the *Plocaederus ferrugeneus*, **Coleoptera**⁷. They can also be affected by flower-drop due to **fungi**⁷ such as *Cladosporium sclerotinia*, which attacks the tree in the month of November, when the plant comes into flower.
- Climatic variability (insufficient rain or poor distribution of rainfall, an over-drying wind, storms during the flowering and fruiting season, etc.) also affects the yield of cashew trees in Benin.

CONCLUSION

Introduced to Benin in the colonial era, the cashew tree is grown mainly in central Benin, where the ecological conditions are more favourable for its development. The growing of cashew trees, which has expanded since the 1990s, takes place within an agro-forestry system and offers socioeconomic and ecological benefits which could be optimised if appropriate solutions are found to problems experienced by producers.

6.2

Culture de *Jatropha curcas* *Euphorbiaceae*

Achille Ephrem ASSOGBADJO
Brice SINSIN

INTRODUCTION

Le pourghère ou pignon d'Inde (*Jatropha curcas*) est une plante sauvage buissonnante de la famille des Euphorbiaceae. Elle est une espèce à usage multiple utilisée par les populations rurales dans la médecine traditionnelle et comme haie dans le bornage des habitations. L'espèce a connu ces dernières années un regain d'intérêt surtout à cause de son utilisation comme biocarburant. Les graines de *J. curcas* contiennent 27 à 40 % d'huile non comestible, voire toxique, à cause de sa teneur en ester phorbélique. Les graines étaient déjà exportées depuis 1 940 du Bénin vers la France où l'huile est extraite et utilisée dans la fabrication du savon de Marseille. En 2 008, une monographie a été réalisée sur l'espèce et a permis de ressortir les atouts et les contraintes à la valorisation de l'espèce au Bénin.

Growing *Jatropha curcas* *Euphorbiaceae*

INTRODUCTION

Pourghere or the Indian pine nut (*Jatropha curcas*) is a wild, bushy plant of the Euphorbiaceae family. It is a multipurpose species used by the rural population for traditional medicine and as a hedge for house fencing. In recent years, the species has experienced a revival of interest, mostly due to its use as a biofuel. *J. curcas* seeds contain 27 to 40 % oil: this oil is inedible - even toxic - due to its phorbol ester content. Since 1940, Benin has been exporting its seeds to France, where the oil is extracted and used to manufacture the French soap known as Savon de Marseille. In 2008, a monograph was done on the species and highlighted the advantages and constraints in terms of the economic development of it in Benin.

DISTRIBUTION, DENSITE ET CARACTERISTIQUES DES HABITATS DE *J. CURCAS*

J. curcas est une espèce pantropicale originaire d'Amérique Centrale. En Afrique, elle est rencontrée dans les savanes soudaniennes et guinéennes et s'étend du Sénégal au Cameroun. Au Bénin, *J. curcas* est cultivée dans l'ensemble des phytodistricts du Bénin (Fig. 6.6; Carte 6.2). L'espèce est presque toujours plantée et essentiellement pour délimiter des habitations. Généralement, la densité linéaire varie de 3 à 10 plants/m dans presque tous les Départements du Bénin. En plein champ, la densité moyenne est estimée à environ 2 500 pieds/ha. Au Bénin, *J. curcas* pousse sur une gamme variée de sol. En effet, elle est rencontrée sur des sols à texture sableuse ou sablo-argileuse dans les Départements de l'Atlantique et du Mono mais aussi pousse sur du vertisol et sur des sols à texture argileuse et limoneuse. Le tableau 6.3 présente les caractéristiques moyennes des sols sous *J. curcas* dans 11 Départements du Bénin.

ETHNONOTANIQUE DE *J. CURCAS* AU BENIN

Au Bénin, *J. curcas* est essentiellement utilisée dans la pharmacopée traditionnelle (87,50 %) et dans une moindre mesure comme clôture dans la délimitation des habitations (19,83 %). L'espèce n'est

DISTRIBUTION, DENSITY AND CHARACTERISTICS OF THE HABITATS OF *J. CURCAS*

J. curcas is a pantropical species native to Central America. In Africa, it is found in the Sudanese and Guinean savannas, from Senegal to Cameroon. In Benin, *J. curcas* is grown in all phytodistricts (Fig. 6.6; Map 6.2). The species is always planted, mainly as hedge plant. Generally, its linear density varies between 3 and 10 plants per m in nearly all of Benin's Departments. Its average density on farms is estimated at approximately 2 500 plants/hectare. In Benin, *J. curcas* grows on a various types of soil. In fact, it is found on soils with a sandy or sandy-clayey type texture in the Atlantique and Mono Department, but it also grows in black cotton soil and in clayey and silty soils. Table 6.3 shows the characteristics of the soils in which *J. curcas* grows in 11 of Benin's Departments.

ETHNOBOTANY OF *J. CURCAS* IN BENIN

In Benin, *J. curcas* is mainly used in traditional pharmacopoeia (87.50 %) and, to a lesser extent, as a hedge to fence dwellings (19.83 %). The species is not used for food and its parts are rarely processed (2.16 %), marketed (1.29 %) or used as an agricultural

pas utilisée dans l'alimentation et ses organes sont rarement transformés (2,16 %), commercialisés (1,29 %) et utilisés comme intrant agricole (0,43 %) (Fig. 6.7). Par ailleurs, les graines peuvent être séchées et utilisées comme source d'énergie en lieu et place du pétrole. Selon certains paysans l'huile extraite des graines peut remplacer le pétrole à la seule différence qu'elle engendre beaucoup plus de fumée. En pharmacopée traditionnelle (Tab. 6.4), les populations rurales utilisent beaucoup plus les feuilles de *J. curcas* pour traiter les maux de ventre, les maladies du foie, l'ictère, la gonococcie et, le paludisme. La sève est utilisée dans le traitement des morsures de serpents, de la mauvaise haleine et de l'hémorragie. Les graines sont par ailleurs utilisées comme purgatif.

GESTION AU NIVEAU LOCAL DES PLANTATIONS DE *J. CURCAS* AU BENIN

Au Bénin, il n'existe pas encore de véritables plantations de *J. curcas*. Les plants utilisés par les populations pour les plantations proviennent généralement du même village excepté le Département de l'Atacora (Nord Bénin) où ils sont majoritairement (69,44 %) issus des villages voisins (Tab. 6.5). L'importation des plants et ou des graines des villages plus éloignés est quasi inexistante dans le pays.

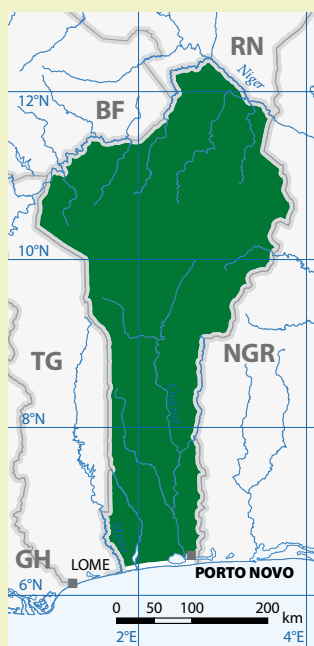
input (0.43 %) (Fig. 6.7). Furthermore, its seeds can be dried and used as a source of energy instead of oil. According to some rural populations, the oil extracted from the seeds can replace petroleum, the only difference being that it creates much more smoke. In the traditional pharmacopoeia (Tab. 6.4), rural populations use the leaves of *J. curcas* much more for treating stomach aches, liver complaints, jaundice, gonorrhoea and malaria. The sap is used for treating snake bites, halitosis and bleeding. The seeds are also used as a purgative.

MANAGING *J. CURCAS* PLANTATIONS AT THE LOCAL LEVEL IN BENIN

In Benin, real plantations of *J. curcas* do not exist yet. The plants used by the populations generally come from the same village, except in the Atacora Department (North Benin) where they mainly come from neighbouring villages (69.44 %, Tab. 6.5). The import of plants or seeds from villages further away is almost nonexistent in Benin. The plant is reproduced both through vegetative propagation (cutting) and direct sowing of seeds. The average age of the plantations is approximately 13 years, with the oldest plantations being over 40 years old in the country.



Fig. 6.6: *J. curcas* servant de palissade aux habitations et aux jardins de case. | *J. curcas* serving as a hedgerow between dwellings and hut gardens. AAS

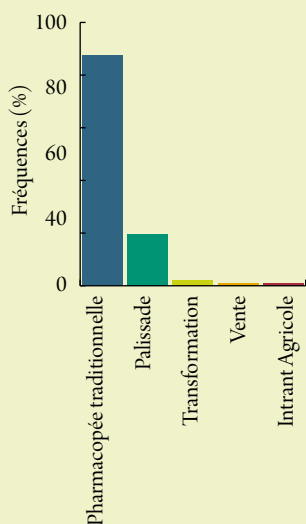


Jatropha curcas

Présence ■ Present

Carte 6.2: Distribution de *J. curcas* au Bénin.

Map 6.2: Distribution of *J. curcas* in Benin.



Tab. 6.3: Caractéristiques moyennes des sols sous *J. curcas* par Département. | Characteristics of the soils in which *J. curcas* grows, per Department.

Départements	pH		Granulométrie (%) Granulometry (%)					% Corg % OrgC	%MO %OM
	eau water	KCl	LG CS	LF FS	A C	SF FS	SG CS		
Collines	6,88	6,61	5,50	7,00	5,75	45,05	36,70	1,44	2,48
Donga	7,00	6,71	2,25	3,25	12,50	40,86	41,14	1,56	2,69
Atacora	5,49	5,2	6,00	10,5	8,00	39,09	36,41	1,13	1,95
Alibori	7,10	6,76	7,50	19,5	22,25	29,94	20,81	1,80	3,10
Atlantique	5,50	5,09	0,75	7,00	26,50	19,35	46,41	1,02	1,76
Ouémé	7,65	7,40	8,25	20,00	13,25	34,68	23,82	2,53	4,36
Plateau	6,65	6,45	1,50	10,00	11,25	11,66	65,60	1,89	3,26
Zou	6,89	6,68	0,75	2,25	11,50	21,12	64,38	1,63	2,81
Couffo	7,18	6,95	3,75	3,50	9,50	32,94	50,31	0,83	1,43
Mono	7,42	7,08	4,25	11,75	7,75	30,39	45,87	1,43	2,47
Borgou	7,33	7,04	8,25	11,50	3,50	33,47	43,28	1,97	3,40

Légende : LG Limon Grossier ; LF = Limon fin ; A = argile ; SG = Sable grossier ; SF = Sable fin ; Corg = Carbone organique ; MO = Matière organique. Key: CS = Course silt; FS = Fine silt; C = Clay; CS = Coarse sand; FS = Fine sand; OrgC = Organic carbon; OM = Organic matter

PHENOLOGY OF *J. CURCAS* IN BENIN

J. curcas grows at different rates depending on the season. Whether it is in the more humid Guineo-Congolese or drier Sudanian zones, the species bears leaves, fruits and flowers in all seasons. In Benin, the rainy seasons are characterized by a strong intensity of leafing (94.4 %), flowering (93.97 %) and fructification (87.93 %) whereas the dry season is the season during which most of the trees bear ripe fruits (79.31 %), regardless of the phytodistrict. New leaves generally appear in the months of April or May, whereas the green fruits develop from June onwards. The fruits reach maturity during the months of July and August. They turn yellow in September and October and dry out in November, before falling from the tree in December and January.

PARASITES OF *J. CURCAS* IN BENIN

Rust (56.90 % of cases) is the main assault observed on the leaves and fruits of *J. curcas* (Fig. 6.8). Thereafter, attacks by

insects are observed (28.02 %) on the leaves and flowers. Attacks by mites and other disease vectors are fairly low.

MORPHOLOGICAL VARIABILITY AND EVALUATION OF THE FRUIT YIELDS OF *J. CURCAS* IN BENIN

The crown diameter, height and the fruit yield of *J. curcas* plants often vary depending on their age and how often they are cut down. Table 6.6 gives an overview of the variations in the dendrometric characteristics (crown diameter and height) and the fruit yield of *J. curcas* according to the Departments of Benin. Comparing all of the Departments, the plants with the largest diameters are those of the Couffo, Borgou, Zou, Borgou, Mono and Alibori Departments, whereas the plants of the other Departments often have diameters below the national average (Tab. 6.6). The tallest trees are found in the Plateau, Ouémé, Alibori and Borgou Departments, whereas in the other Departments, *J. curcas* plants have an average height lower than the national average.

Fig. 6.7: Différentes utilisations de *J. curcas* au Bénin. | Various uses of *J. curcas* in Benin.

La reproduction de la plante se fait aussi bien par bouturage que par semis direct de graines. L'âge moyen des plantations à l'échelle nationale est d'environ 13 ans, les plus vieilles plantations ayant plus de 40 ans.

PHENOLOGIE DE *J. CURCAS* AU BENIN

J. curcas se développe à des rythmes différents selon la saison. Que ce soit dans les zones guinéo-congolaises plus humides ou soudanaises plus sèches, l'espèce porte en toute saison des feuilles, des fruits et des fleurs. Au Bénin, les saisons pluvieuses sont caractérisées par une forte intensité d'arbres en feuillaison (94,4%), floraison (93,97%) et fructification (87,93%) alors que la saison sèche est celle durant laquelle la majorité des arbres portent des fruits mûrs (79,31%) et ceci quel que soit le phytodistrict dans lequel on se trouve. Généralement, les nouvelles feuilles apparaissent dès les premières pluies dans le mois d'avril. Les fleurs apparaissent dans les mois d'avril ou de mai alors que les fruits verts sont formés à partir du mois de juin. La maturation des fruits a lieu dans les mois de juillet et d'août. Les fruits jaunissent dans les mois de septembre et d'octobre et s'assèchent en novembre avant de chuter de l'arbre

dans les mois de décembre et janvier.

PARASITES DE *J. CURCAS* AU BENIN

La rouille (56,90% des cas) est la principale attaque observée sur les feuilles et fruits de *J. curcas* (Fig. 6.8). Ensuite on note l'attaque par les insectes (28,02%) sur les feuilles et les fleurs. Les attaques liées aux acariens et autres vecteurs de maladies sont assez faibles.

VARIABILITE MORPHOLOGIQUE ET EVALUATION DES RENDEMENTS EN FRUIT DE *J. CURCAS*

Le diamètre au collet, la hauteur et le rendement en fruits des plants de *J. curcas* varient souvent avec leur âge et la fréquence de coupe. Le tableau 6.6 montre globalement les variations des caractéristiques dendrométriques (diamètre au collet et hauteur) et des rendements en fruits de *J. curcas* en fonction des Départements du Bénin. En comparant l'ensemble des Départements, les individus ayant les plus grands diamètres sont ceux des départements du Couffo, du Borgou, du Zou, du Borgou du Mono et de l'Alibori alors que les individus des autres Départements ont des diamètres souvent inférieurs à la moyenne nationale (Tab. 6.6). Les plus grands arbres sont

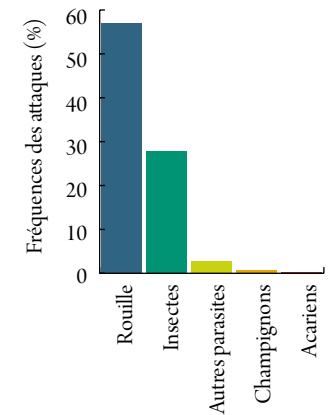


Fig. 6.8: Importance des différents parasites causant des dégâts sur *J. curcas*. | Extent of the various parasites causing damage to *J. curcas*.

Tab. 6.4: Importance thérapeutique des organes de *J. curcas* par Département. | The therapeutic importance of the organs of *J. curcas* per Department.

Produits utilisés Products used	Maladies traitées / utilisation Illnesses treated / use	Pourcentage (%) de répondants par département Percentage (%) of respondents per Department											
		Atlant. n = 19	Ouémé n = 20	Plateau n = 16	Colline n = 22	Zou n = 22	Couffo n = 20	Mono n = 20	Atacora n = 36	Donga n = 16	Borgou n = 12	Alibori n = 29	
Feuilles Leaves	Gonococcie / Syphilis	0	0	0	9,09	0	0	0	8,33	31,25	0	0	
	Rhumatisme	0	0	0	4,54	4,54	0	0	0	0	0	0	
	Mal du foie	0	0	0	4,54	0	0	0	0	0	0	0	
	Ictère	5,20	10,00	0	9,09	0	0	0	0	0	0	0	
	Maux de ventre	21,05	0	25,00	0	0	0	0	11,11	0	16,66	10,34	
	Paludisme	82,22	55,00	100	45,45	59,09	50,00	70,00	27,77	100	41,66	27,58	
	Toux	0	0	0	13,63	0	10,00	0	5,55	0	0	0	
Latex/sève Latex/sap	Plaie	42,10	40,00	43,75	9,09	22,72	5,00	0	25,00	43,75	58,33	31,03	
	Gengivites / Mauvaise haleine	42,10	20,00	43,75	9,09	22,72	0	15,00	19,44	43,75	58,33	24,13	
	Piqûre de serpent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,66	0	
	Anti-Hémorragie	26,31	20,00	43,75	9,09	22,72	5,00	0	0	43,75	0	31,03	
Graines Seeds	Purgatif	0	0	0	0	0	5,00	0	2,77	0	0	0	
Racines /Branches Roots /Branches	Ictère	15,78	5,00	6,25	4,54	0	0	0	5,55	0	0	0	
	Carie dentaire	10,52	5,00	18,75	13,63	9,09	10,00	5,00	8,33	0	0	10,34	
	Gonococcie / Syphilis	0	0	0	4,54	9,09	0	0	0	0	0	0	



6.9



6.10



6.11

Fig. 6.9: Graines de *J. curcas*.
J. curcas seeds. AAS

Fig. 6.10: Plant de *J. curcas* âgé de 6 mois en début de fructification. | 6-month-old *J. curcas* plant beginning to produce fruit. AAS

Fig. 6.11: Essai de plantation de *J. curcas* à la ferme expérimentale de la faculté des Sciences Agronomiques au Bénin. | Trial plantation of *J. curcas* on the Agronomic Sciences Faculty's experimental farm in Benin. AAS

rencontrés dans les départements du Plateau, de l'Ouémé, de l'Alibori et du Borgou alors que dans les autres départements les individus de *J. curcas* ont des hauteurs moyennes inférieures à la moyenne nationale.

RELATIONS ENTRE PARAMETRES ABIOTIQUES ET PARAMETRES MORPHOLOGIQUES DE *J. CURCAS*

Les études écologiques réalisées au Bénin ont révélé que le pourcentage en sable fin du sol est un facteur favorable à une meilleure productivité en fruits de *J. curcas* alors que les valeurs élevées de l'humidité relative, de la température et du pourcentage en sable grossier du sol ont un impact négatif sur le rendement en fruits de *J. curcas*. Il a été aussi montré que les arbres les plus âgés sont souvent rencontrés sur sols riches en limon fin et peu rencontrés dans les zones à forte évapotranspiration⁷ où le pourcentage en sable grossier du sol est élevé. Par ailleurs, les sols riches en limon fin et en argile sont défavorables à un développement en diamètre de *J. curcas* contrairement aux sols riches en sable grossier. Enfin, il a été révélé que les variables abiotiques telles que l'acidité, carbone organique ou matière organique du sol n'influencent pas sur les caractéristiques morphologiques ni sur la productivité de *J. curcas* au Bénin.

RELATIONSHIPS BETWEEN THE ABIOTIC AND MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF *J. CURCAS*

Ecological studies carried out in Benin have shown that the percentage of fine sand in the soil supports better productivity of *J. curcas* fruits, whereas high relative humidity, temperature and the percentage of coarse sand in the soil have a negative impact on the fruit yield of *J. curcas*. It has also been shown that older trees are often found on soils rich in fine silt and are not often found in zones with strong evapotranspiration⁷ where the soils contain a high percentage of coarse sand. Furthermore, soils rich in fine silt and clay are unfavourable to diameter growth for *J. curcas*, unlike soils rich in coarse sand. Finally, it has been shown that abiotic variables, such as the acidity, organic carbon or organic matter content of the soil, do not influence either the morphological characteristics or the productivity of *J. curcas* in Benin.

Tab. 6.5: Gestion et âges moyens des plants de *J. curcas* par Département et au Bénin. | Management and average age of *J. curcas* plants per département and in Benin as a whole.

Département (n)	Provenance (%) Source (%)			Mode de plantation (%) Method of planting (%)				Age (ans) Age (years)	
	Localement Local	Autres village Other villages	Importés Imported	Semis Sown	Bouturage Cuttings	Semis en ligne Sowing in lines	Plein Champ In the field	Moyenne Average	Ecart Type Std. dev.
Atacora (36)	27,78	69,44	2,78	72,22	50,00	52,78	50,00	8,86	8,36
Donga (16)	75,00	25,00	0,00	87,50	31,25	43,75	56,25	7,38	3,76
Borgou (12)	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	24,58	7,20
Alibori (29)	65,52	31,03	3,45	96,55	6,90	89,66	10,34	22,86	11,86
Collines (22)	68,18	31,82	0,00	90,91	36,36	63,64	36,36	7,23	4,88
Zou (22)	73,68	31,58	0,00	68,42	31,58	100,00	0,00	5,47	4,66
Ouémé (20)	100,00	0,00	0,00	50,00	60,00	60,00	40,00	26,15	15,92
Plateau (16)	100,00	0,00	0,00	78,95	52,63	78,95	21,05	13,95	7,76
Couffo (20)	95,00	0,00	5,00	70,00	40,00	100,00	0,00	2,75	1,74
Mono (20)	95,00	5,00	0,00	50,00	70,00	100,00	0,00	4,20	2,44
Atlantique (19)	94,74	0,00	15,79	73,68	57,89	78,95	31,58	25,63	13,28
Global (232)	76,29	22,41	2,59	75,86	40,52	77,16	24,14	13,24	12,28

n = taille de l'échantillon | size of sample

Tab. 6.6: Caractéristiques dendrométriques et rendement en fruit de *J. curcas* par Département. | Dendrometric characteristics and fruit yield of *J. curcas* per département.

Départements	Caractéristiques dendrométriques Dendrometric characteristics								
	Diamètre (cm) Diameter (cm)			Hauteur (m) Height (m)			Rendements en fruits Fruit yield		
	Moy Avg	σ	CV (%)	Moy Avg	σ	CV (%)	Moy Avg	σ	CV (%)
Atlantique (n = 184)	20,50	14,68	71,60	2,05	1,17	56,77	2,73	6,78	248,48
Ouémé (n = 159)	19,26	12,64	65,66	2,31	1,63	70,56	2,59	4,91	189,62
Plateau (n = 166)	26,82	14,80	55,16	2,35	1,69	71,66	13,23	14,81	111,95
Colline (n = 194)	12,66	5,00	39,49	1,98	0,75	37,90	98,97	81,59	82,44
Zou (n = 186)	27,65	11,94	43,18	2,26	0,75	33,32	26,47	40,26	152,06
Couffo (n = 178)	32,42	150,84	465,32	2,21	0,78	35,18	14,37	18,55	129,11
Mono (n = 165)	23,82	7,41	31,13	2,45	0,70	28,58	12,17	12,77	104,93
Atacora (n = 276)	13,21	7,58	57,38	2,44	1,44	59,01	264,71	353,42	133,51
Donga (n = 103)	15,26	5,64	36,97	2,05	0,54	26,46	84,08	18,33	21,81
Borgou (n = 122)	27,19	12,15	44,71	2,30	0,69	29,81	1,79	2,40	134,46
Alibori (n = 298)	22,20	13,40	60,39	2,34	1,34	57,06	94,43	268,67	284,52
Global	21,53	46,20	21,45	2,26	1,12	49,55	69,85	188	269,14

CV = Coefficient de variation | Variation coefficient; n = taille de l'échantillon | size of sample;

6.3

Culture des racines et tubercules

Alexandre A. DANSI

INTRODUCTION

Six plantes à racines et tubercules sont cultivées au Bénin. Parmi celles-ci deux (l'igname et le manioc) sont majeures et quatre (taro, patate douce, pomme de terre et gingembre) sont mineures.

■ IGNAME

L'igname (*Dioscorea* spp) est une plante à tubercule alimentaire très importante au Bénin qui en est le quatrième producteur mondial derrière le Nigeria, le Ghana et la Côte d'Ivoire. Sa zone de production au niveau national s'étend du Sud à la latitude de Kandi et couvre plus de 70 % de la superficie totale nationale. Outre sa valeur alimentaire, l'igname est, et reste au Bénin, une plante d'une très grande importance culturelle que justifient les fêtes annuelles d'igname pratiquées dans de nombreuses aires culturelles du pays. Cinq espèces y sont cultivées. Il s'agit de *Dioscorea alata*, *Dioscorea*

dumetorum, *Dioscorea esculenta*, *Dioscorea bulbifera* et de l'hybride *Dioscorea cayenensis-rotundata*.

Dioscorea cayenensis-rotundata est, parmi les espèces ci-dessus citées, la plus répandue, la plus cultivée (90 % de la production totale nationale) et la plus importante économiquement. Sa diversité variétale et génétique révélée par les caractérisations morphologiques, moléculaires et cytogénétiques est très grande. Il existe environ 600 clones de cette espèce hybride que l'on regroupe selon le cycle de maturation en précoce (Ishukò en Nago ; Tandoua en Bariba ; Noudouossé en Yom ; Nouwondaa en Berba) et tardives (Kokoro en Fon et Nago ; Kokorogbanou en Bariba ; Assina en Yom). Les analyses de distribution et de l'étendue des variétés couplées aux études génétiques ont révélé l'existence de trois zones de diversité que sont le Nord-Est, le Nord-Ouest et le centre où l'on compte respectivement 40, 20 et 12 variétés en moyenne par village. L'hybride *Dioscorea cayenensis-rotundata* est d'origine africaine et les variétés qui la constituent sont toutes domestiquées à partir des espèces sauvages apparentées que sont *D. praehensilis*, *D. burkilliana* et *D. abyssinica*. Au Bénin, *D. praehensilis* se rencontre en populations naturelles dans les forêts et galeries forestières du Sud et du centre

Growing root and tuber crops

INTRODUCTION

Six roots and tuber crops are grown in Benin, two major crops (yams and cassava) and four minor (taro, sweet potato, potato and ginger) crops.

■ THE YAM

The yam (*Dioscorea* spp) is a very important tuber type food crop in Benin. Benin is its fourth producer in the world, after Nigeria, Ghana and Côte d'Ivoire. At national level, its production zone extends from the very South to the Latitude of Kandi and covers more than 70 % of the area of the country. In addition to its food value, in Benin the yam is and remains a plant of great cultural importance, as demonstrated by the annual yam festivals which take place in many cultural areas of the country.

Five species are grown, these are: *Dioscorea alata*, *Dioscorea dumetorum*, *Dioscorea esculenta*, *Dioscorea bulbifera*, and the hybrid *Dioscorea cayenensis-rotundata*.

Among the species mentioned above, *Dioscorea cayenensis-rotundata* is the most widespread, the most often grown (90 % of the total national production) and the most important economically. Its varietal and genetic diversity, as shown by morphological, molecular and cytogenetic characterisations, is very broad. There are approximately 600 clones of this hybrid species, which are categorized based on whether they belong to the early maturation cycle (Ishukò in Nago; Tandoua in Bariba; Noudouossé in Yom; Nouwondaa in Berba) or the late maturation cycle (Kokoro in Fon and Nago; Kokorogbanou in Bariba; Assina in Yom). Analyses of the distribution and scope of the varieties, coupled with genetic studies, have revealed the existence of three diversity zones: the North-East, the North-West and the Centre of Benin, where there are respectively 40, 20 and 12 varieties on average per village. The hybrid *Dioscorea cayenensis-rotundata* is of African origin and its varieties were all turned into cultivated varieties by the related wild species *D.*

alors que *D. abyssinica* occupe les savanes du Nord. *D. burkilliana* qui est aussi une espèce forestière a presque disparu dans le pays. On ne la retrouve actuellement que dans la forêt de Pahou où elle existe encore en population naturelle dense.

***D. alata* L.** (Greater Yam ou Water Yam en anglais, Kèègbè en Nago, Aga en Idasha, Sakata en Bariba, Aloungan en Mahi, Kpètè en Fon) est originaire du Sud-Est de l'Asie. Dans l'agriculture traditionnelle béninoise elle est riche d'environ 50 cultivars qui se distinguent les uns des autres par des caractéristiques morphologiques de l'appareil végétatif (présence ou non d'anthocyanes, forme du limbe, disposition des nervures foliaires, forme du tubercule, la présence ou non des bulbilles, etc.), des caractéristiques organoleptiques et technologiques du tubercule (goût, odeur et consistance à la cuisson) et des traits moléculaires et cytogénétiques. Sa plus grande zone de production et de diversité est le Département des Collines où elle constitue une principale source de revenus pour les producteurs surtout en début de saison pluvieuse (mars à juin) où les ignames de l'hybride *D. cayenensis-rotundata* sont rares.

praehensilis, *D. burkilliana*, and *D. abyssinica*. In Benin, *D. praehensilis* is found in natural populations in the forests and gallery forests of the South and Centre of the country, whereas *D. abyssinica* occupies the savannas of the North. *D. burkilliana*, which is also a forest species, has almost disappeared in Benin. Currently it is only found in the forest of Pahou, where it still exists in dense natural populations.

***D. alata* L.** (the Greater Yam or Water Yam in English, Kèègbè in Nago, Aga in Idasha, Sakata in Bariba, Aloungan in Mahi and Kpètè in Fon) is native to South-East Asia. In traditional Beninese agriculture it has around 50 cultivars, distinguishable by the morphological characteristics of the vegetative body (presence or absence of anthocyanins, the shape of the lamina, the arrangement of the foliar veins, the shape of the tuber, the presence or absence of small bulbs, etc.), the organoleptic and technological characteristics of the tuber (taste, smell and consistency when cooked) and its molecular and cytogenic characteristics. Its largest production and diversity zone is the Department of Collines where it constitutes the main source of income for producers, especially at the start of the rainy season

***Dioscorea dumetorum* (Kunth) Pax** est africaine et domestiquée à partir de formes sauvages qui existent en populations naturelles surtout dans les savanes. Au Bénin, l'espèce est peu diversifiée avec seulement deux variétés : une à chair jaune plus fréquente et une à chair blanche rare. Sa culture est marginale dans les Départements de l'Ouémé et du Plateau et dans les Départements des Collines.

Dioscorea esculenta est rare dans l'agriculture traditionnelle béninoise. Elle est cultivée surtout dans les jardins de case dans les régions du Sud du Bénin. Elle donne de nombreux petits tubercules ovoïdes peu profondément enterrés, de couleur blanche et sucrés et à écorce fine ressemblant à la pomme de terre.

***Dioscorea bulbifera* L.** est aussi d'origine africaine. Les formes cultivées sont domestiquées à partir des formes sauvages qu'on rencontre dans les forêts et savanes. Elle est, comme *D. esculenta*, cultivée surtout dans les jardins de case dans les régions du Sud du Bénin mais aussi dans le Département du Borgou. Elle produit de nombreuses bulbilles aériennes de 2 à 150 g qui sont consommées après cuisson, comme la pomme de terre.

(March to June), and where yams of the hybrid variety *D. cayenensis-rotundata* are rare.

***Dioscorea dumetorum* (Kunth) Pax** is African and was turned into a variety by the wild forms which exist in natural populations, especially in the savannas. In Benin, the species is not very diversified, with only two varieties: a more common one with yellow flesh and a rare one with white flesh. It is grown only marginally in the Provinces of Plateau, Ouémé and Collines.

Dioscorea esculenta is rare in traditional Beninese agriculture. It is grown mainly in hut gardens in the regions of South Benin. It produces numerous small ovoid tubers close to the surface, white in color and sweet to the taste, with a thin skin resembling that of the potato.

***Dioscorea bulbifera* L.** is also of African origin. Its domesticated forms are cultivated from the wild forms found in the forests and savannas. Like *D. esculenta*, it is grown mainly in hut gardens in the regions of South Benin but also in the Prov-

Les ignames cultivées se multiplient surtout par voie végétative soit à partir d'un fragment de tubercule soit de petits tubercules entiers appelés « semenceaux », soit à partir de bulbilles. La reproduction sexuée existe mais reste active surtout chez les formes sauvages. De nombreuses études génétiques, **ethnobotaniques**⁷, socioéconomiques et écologiques ont été récemment conduites et devraient bientôt conduire à la mise en place d'un programme participatif de conservation et de gestion dynamique *in situ* des ignames cultivées (conservation à la ferme) ainsi que de leurs formes sauvages



Fig. 6.12: *Manihot esculenta*:
Manioc. | Cassava. MSC

in the Borgou region. It produces numerous aerial bulblets weighing between 2 and 150 g which are cooked and eaten like a potato.

The yams grown are reproduced mainly by cloning, either using a fragment of tuber or small, whole tubers known as "seed tubers", or from bulblets. Sexual reproduction exists but remains active mainly in the wild forms. Numerous genetic, **ethnobotanical**⁷, socioeconomic and ecological studies have been carried out and should soon lead to the setting up of a

participative programme of conservation and dynamic management *in situ* of cultivated yams (farm conservation) and of their related wild forms via conservation of their natural **habitats**⁷ (classified forests, community forests, sacred forests).

■ MANIOC

Arbuste à racine tubéreuse de 2 à 6 m de haut, le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) est largement cultivé au Sud et centre du Bénin. Il constitue de par ses nombreux dérivés (Gari, Tapioca, cossettes, etc.) un vivrier de grande nécessité et une importante source de revenus pour les ménages. Sa multiplication se fait principalement par voie végétative (bouturage) mais aussi par voie sexuée. La plante est monoïque et les fleurs sont le plus souvent unisexuées. Certains clones sont cependant non florifères. La **pollinisation**⁷ est aussi bien anémophile qu'entomophile et a lieu en général entre fleurs appartenant à des pieds différents avec un taux de croisement naturel variant entre 63 à 100 %.

Les récentes études ethnobotaniques effectuées au Bénin ont révélé l'existence dans l'agriculture traditionnelle béninoise de nombreuses variétés qui se distinguent les unes des autres non seulement par les caractéristiques morphologiques de la tige (couleur ; forme ; grosseur ; taille ; ramifications ; densité des nœuds ; forme, taille et disposition des cicatrices pétiolaires ; richesse en eau de la tige), des

participative programme of conservation and dynamic management *in situ* of cultivated yams (farm conservation) and of their related wild forms via conservation of their natural **habitats**⁷ (classified forests, community forests, sacred forests).

■ CASSAVA

A tuberous-rooted shrub 2 to 6 m high, cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is widely grown in the South and Centre of Benin. Due to its numerous products (gari, tapioca, roots, etc.), it is a necessary food crop and a significant source of revenue for households. It is reproduced mainly by cloning (propagation of cuttings) but also sexually. The plant is monoecious and its flowers are most often unisex. Some clones, are, however, non-flowering. Its **pollination**⁷ is both anemophilous (by wind) and entomophilous (by insects) and generally takes place between flowers belonging to different plants with a rate of natural cross-fertilization varying between 63 and 100 %.

Recent ethnobotanical studies carried out in Benin have revealed the existence, in traditional Beninese agriculture, of numerous varieties which can be distinguished from each other not only by the morphological characteristics of the stem

feuilles (nombre, taille et forme des folioles ; coloration des nervures ; longueur et coloration des pétioles ; disposition des feuilles sur la tige) et de la racine (Forme, grosseur, longueur et striation ; coloration du tubercule et de l'épiderme ; longueur du pédoncule racinaire) mais aussi par la coloration des fruits (lorsqu'il en existe) et leurs caractéristiques agronomiques (productivité, précocité, résistance aux maladies et aux ravageurs, adaptabilité aux sols pauvres, aptitude des racines à la conservation au champ après maturité, tolérance aux mauvaises herbes, facilité d'arrachage), technologiques et culinaires (qualité du gari, teneur en amidon, friabilité, goût, teneur en eau, toxicité, taux de fibre, aptitude à faire du pilé, qualité des cossettes).

Les plus fortes diversités sont obtenues au Sud-Est et dans les Collines (13 à 22 variétés par village) et les plus faibles au Sud-Ouest (1 à 6 variétés par village). Les Départements de l'Atlantique et du Zou sont intermédiaires avec 6 à 12 variétés par village. D'un ménage à un autre au sein d'un village, les variétés cultivées sont choisies sur la base des critères agronomiques (41,08 % de réponses) et des critères culinaires et technologiques (58,92 % de réponses).

La culture du manioc au Bénin est sujette à l'attaque de nombreux ravageurs (surtout cochenilles et acariens) et maladies (virose et

(colour, shape, weight, size, ramifications, density of knots, shape, size and arrangement of leaf scars, water content of the stem), leaves (number, size and shape of the leaflets, colouring of the nervures, length and colouring of the petioles, arrangement of the leaves around the stem) and of the root (shape, thickness, length and striation; coloring of the tuber and of the epidermis, length of the root peduncle) but also by the coloring of the fruits (when they exist) and their agronomic characteristics (productivity, precociousness, resistance to disease and pests, adaptability to poor soils, the aptitude of the roots to conservation in the field after maturity, tolerance to weeds, ease of lifting), technological and culinary characteristics (quality of the cassava, its starch content, friability, taste, water content, toxicity, fibre content, aptitude for mashing, quality of the roots).

The highest diversities are obtained in the South-East and in the Department of Collines (13 to 22 varieties per village) and the weakest in the South-West (1 to 6 varieties per village). The Department of Atlantique and Zou are inbetween with 6 to 12 varieties per village. From one household to another within a village, the varieties grown are chosen based on agronomic

bactériose) qui sont sources d'érosion génétiques. Ils sont, dans la plupart des cas, méconnus des agriculteurs et causent parfois d'énormes dégâts (perte de 10 à 80 % de la production). Cependant, la large base génétique utilisée dans l'agriculture paysanne, fait que les atteintes graves sont souvent rares. Des analyses génétiques portant sur une collection nationale de 580 accessions sont en cours et devraient permettre, en combinaison avec les données socioéconomiques, de définir les bases scientifiques pour la conservation et la gestion dynamique *in situ* (à la ferme) de la diversité variétale du manioc au Bénin.

■ TARO

Comme l'igname, le Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) se multiplie par voie végétative à partir de morceaux de tubercules appelés semenceaux (Fig. 6.13). Au Bénin, deux variétés sont cultivées : l'une connue sous le nom de Tôglain en Fon se cultive dans les zones marécageuses. Elle produit des feuilles vert clair de petite taille et de gros tubercules. On la retrouve plus fréquemment dans les Départements des Collines (aire culturelle Nago), de l'Ouémé, du Plateau et dans les Communes de Covè (Zou), de Boukoumbé et de Malanville au Nord. La seconde qui n'est pas connue sous une

criteria (41.08 % of responses) and on culinary and technological criteria (58.92 % of responses).

The growing of cassava in Benin is subjected to attacks by numerous pests (especially mealybugs and mites) and diseases (viral and bacterial) which lead to genetic erosion. They are, in most cases, unrecognized by farmers and sometimes cause enormous damage (loss of 10 to 80 % of production). However, the wide genetic base used in peasant agriculture, results mostly in rare serious damage. Genetic analyses involving a national collection of 580 properties are underway and should make it possible, in combination with the socioeconomic data, to define the scientific bases for conservation and dynamic management *in situ* (at farm level) of the varietal diversity of cassava in Benin.

■ TARO

Like the yam, Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) is reproduced by cloning using pieces of tuber known as seed tubers (Fig. 6.13). In Benin, two varieties are grown: one, known by the name Tôglain in Fon, is grown in marshy zones. It produces small light green leaves and large tubers. It is more often



6.13



6.14



6.15



6.16

Fig. 6.13: *Colocasia esculenta* :

Taro. | Taro. BFA

Fig. 6.14: *Ipomoea batatas* : Pa-
tate douce. | Sweet potato. BFA

Fig. 6.15: *Solanum tuberosum* :
Pomme de terre. | Potato. BFA

Fig. 6.16: *Zingiber officinale* :
Gingembre. | Ginger. BFA

appellation commune particulière se cultive sur terres fermes. Elle produit des feuilles vert foncé de grande taille et des tubercules petits mais à taux relativement élevé en matière sèche et qui, pilés, donnent une pâte (foutou) de bonne qualité. Elle est fréquente surtout dans les régions du Sud et plus particulièrement dans la vallée de l'Ouémé. Une prospection effectuée par l'INRAB (Institut National de la Recherche Agronomique du Bénin, Centre d'Ina) en 2005 a permis de mettre en place une collection nationale d'environ 100 accessions qui mérite d'être analysée aussi bien sur les plans morphologiques, moléculaires que cytogénétiques.

■ PATATE DOUCE

La patate douce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) est, comme le manioc, une plante à racine, largement cultivée au Sud et au centre du Bénin (Fig. 6.14). Elle se multiplie par voie végétative (bouturage de tige). On y connaît deux variétés (rouge et blanche) qui se distinguent uniquement par la couleur des racines tubéreuses.

■ POMME DE TERRE

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) est cultivée dans le Département de l'Alibori et plus particulièrement dans les Communes

found in the Provinces of Collines (Nago cultural area), Ouémé and Plateau and in the Districts of Covè (Zou), Boukoubé and Malanville in the North. The second, which is not known by a particular common name, is grown in firm soil. It produces large dark green leaves and small tubers with a relative high level of dry matter which, when mashed, produce a good quality paste (foutou). It is common especially in the southern regions and, more specifically, in the Ouémé valley. Research carried out by the INRAB (Institut National de la Recherche Agronomique du Bénin, Ina Centre) in 2005 made it possible to set up a national collection of approximately 100 accessions which merits analysis at morphological, molecular and cytogenetic level.

■ SWEET POTATO

The sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) is, like cassava, a root crop, widely grown in the South and centre of Benin (Fig. 6.14). It is reproduced by cloning (propagation of stem cuttings). Only two varieties are found here (red and white) which can only be distinguished by the colour of their tuberous roots.

de Malanville et de Karimama (Fig. 6.15). On y connaît qu'une seule variété.

■ GINGEMBRE

Le gingembre (*Zingiber officinale* Roscoe) est une plante à tubercule aromatique, alimentaire et médicinale peu cultivée au Bénin (Fig. 6.16). Elle est présente en culture pure dans la Commune de Malanville et dans le Département du Mono. On y connaît qu'une seule variété.

■ POTATO

The potato (*Solanum tuberosum* L.) is grown in the Alibori Department and more specifically in the Communes of Malanville and Karimama (Fig. 6.15). Only one variety is found there.

■ GINGER

Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) is an aromatic tuber food and medicinal crop, not often grown in Benin (6.16). It is present as a single species in the District of Malanville and in the Department of Mono. Only one variety is known there.

6.4

Culture des légumes feuilles traditionnels

A. Alexandre DANSI
Aristide C. ADOMOU
Kifouli ADEOTI

INTRODUCTION

L'agriculture traditionnelle des zones tropicales est caractérisée par des systèmes de cultures diversifiés à faibles apports d'intrants agricoles. Dans ces systèmes de culture, les légumes feuilles traditionnels (LFTs) occupent une place de choix du fait de leurs propriétés intéressantes que sont le rendement élevé, la facilité de production et la haute valeur nutritive.

Les LFTs jouent un grand rôle dans l'agriculture et dans l'alimentation et génèrent des revenus non négligeables aussi bien dans les zones rurales que dans les zones urbaines. Ils sont d'importantes sources de vitamines (A, B, C), d'oligo-éléments, de protéines, de fibres et de glucides et contribuent de ce fait à l'amélioration de l'état nutritionnel des populations aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain. Des légumes-feuilles comme l'amarante ont la même teneur moyenne en protéines que les légumineuses à graines

(arachide, soja, niébé) et contiennent sept fois plus de calcium, deux fois plus de fer, 191 fois plus de carotène et 78 fois plus de vitamine C. En plus de leur richesse en éléments nutritifs, les LFTs sont disponibles, adaptés aux conditions agroécologiques du Bénin et à coût de production faible. Certains LFTs tels que *Amaranthus* spp. sont cultivés mais beaucoup d'autres poussent à l'état sauvage où ils sont récoltés. De nombreux LFTs possèdent des vertus médicinales et sont utilisés pour soigner diverses maladies (paludisme, parasites[?] intestinaux, infections diverses, etc.). Compte tenu de l'importance économique, nutritionnelle et médicinale des LFTs surtout pour les communautés rurales à faible revenu, la connaissance et la conservation de leur biodiversité[?] sont nécessaires.

DIVERSITE DES LEGUMES FEUILLES TRADITIONNELS AU BENIN

Des enquêtes ethnobotaniques[?] ont révélé l'existence au Bénin d'un grand nombre de plantes utilisées comme légumes feuilles traditionnels. Cent quatre vingt sept (187) espèces de plantes appartenant à 52 familles et 141 genres ont été inventoriées. Parmi les espèces recensées 29 sont des arbres (15,5 %), 37 sont des arbustes (19,8 %) et 97 (64,8 %) sont des herbes érigées, rampantes ou

Growing traditional leafy vegetables

INTRODUCTION

The traditional agriculture of tropical zones is characterized by diversified land use systems with low agricultural input. Within these land use systems, traditional leafy vegetables (TLVs) occupy a special place due to their interesting properties, which are their high yield, ease of production and high nutritional value. TLV play a large role in agriculture and food and generate a considerable amount of income in rural and urban zones alike. They are important sources of vitamins (A, B and C), oligonutrients, proteins, fibres and carbohydrates; they highly contribute to the improvement of the nutritional status of rural and urban populations. Leafy vegetables such as amaranth have the same average protein content as grain legumes (e.g. peanut, soya, cowpea) and contain seven times more calcium, twice as much iron, 191 times more beta carotene and 78 times more vitamin

C. In addition to their richness in nutritional elements, TLVs are available, adapted to the agroecological conditions of Benin and cheap to produce. Some TLVs, such as *Amaranthus* spp. are cultivated but many others grow in the wild, from where they are harvested. Many TLVs possess medicinal properties and are used to treat various diseases (malaria, intestinal parasites[?], various infections, etc.). Due to the economic, nutritional and medicinal importance of TLVs, especially for low-income rural communities, knowledge of their biodiversity[?] - and the conservation thereof - is necessary.

DIVERSITY OF TRADITIONAL LEAFY VEGETABLES IN BENIN

Ethnobotanical[?] investigations have revealed the existence in Benin of a large number of plants used as traditional leafy vegetables. One hundred and eighty-seven (187) species of plant, belonging to 52 families and 141 genera, have been listed. Among the species registered, 29 are trees (15.5 %), 37 are shrubs (19.8 %) and 97 (64.8 %) are erect, creeping or climbing herbs. Of the 187 species listed, 140 (74.9 %) grow in the wild and only 47 (25.1 %) are cultivated in fields or in hut gardens.

grimpantes. Sur les 187 espèces inventoriées, 140 (74,9 %) poussent à l'état sauvage et seulement 47 (25,1 %) sont cultivées dans les champs ou dans les jardins de case.

A travers les aires ethniques, le nombre de LFTs recensés varie de 15 (chez les Toli) à 58 (chez les Mahi) avec une moyenne de 36 espèces par ethnie (Tab. 6.7). Une variation est aussi observée à travers les ethnies entre les proportions relatives de légumes sauvages et de légumes cultivés (Tab. 6.7).

Une corrélation positive semble exister entre le nombre d'espèces consommées par un groupe ethnique donné et l'importance de la végétation existant dans la zone où celui-ci est localisé. Ainsi, les Xwla et les Péda situées le long du fleuve Mono consomment moins d'espèces que les tribus (Ani, Mahi etc.) situées dans les zones à végétation dense (Tab. 6.7).

La distribution et le niveau de consommation des espèces varient hautement à travers les aires ethniques. Certaines espèces telles que *Celosia argentea*, *Cleome gynandra* et *Colocasia esculenta* sont consommées par beaucoup de groupes ethniques (au moins 50 %) tandis que d'autres comme *Alternanthera sessilis* et *Basella alba* sont consommées par seulement quelques groupes ethniques.

Throughout the ethnic areas, the number of TLVs listed ranges from 15 (for the Toli people) to 58 (for the Mahi people) with an average of 36 species per ethnic group (Tab. 6.7). A variation is also observed across the ethnic groups between the relative proportions of wild and cultivated vegetables (Tab. 6.7).

A positive correlation appears to exist between the number of species consumed by a given ethnic group and the extent of vegetation existing in the zone in which that group is based. Thus, the Xwla and the Péda, who are based along the Mono River, consume fewer species than the tribes (Ani, Mahi etc.) based in the dense vegetation zones (Tab. 6.7).

The distribution and level of consumption of these species varies considerably across the ethnic areas. Some species, such as *Celosia argentea*, *Cleome gynandra* and *Colocasia esculenta* are consumed by many ethnic groups (at least 50 %), whereas others, like *Alternanthera sessilis* and *Basella alba*, are consumed by only a few ethnic groups. Many others, like *Aspilia africana* and *Manihot glaziovii*, are even ethnospecific.

At village or community level, TLVs are identified by their common names. The latter vary from one ethnic area to another,

Tab. 6.7: Nombre d'espèces consommées par groupe ethnique. | Number of species consumed per ethnic group.

N°	Goupes ethniques Ethnic group	Total Total	Sauvages Wild	Cultivées Cultivated	Nombre d'espèces prioritaires Number of priority species		
					Total Total	Sauvages Wild	Cultivées Cultivated
1	Adja	42	23	19	27	10	17
2	Ani	54	36	18	23	11	12
3	Bariba	39	20	19	20	6	14
4	Berba	29	14	15	11	4	7
5	Boko	35	17	18	19	6	13
6	Cotafon	47	26	21	26	10	16
7	Dendi	33	15	18	10	2	8
8	Ditamari	45	23	22	15	8	7
9	Fè	37	20	17	23	9	14
10	Fon	52	26	26	20	3	17
11	Gourmantché	37	19	18	21	8	13
12	Holly	39	16	23	17	5	12
13	Idactha	44	24	20	27	11	16
14	Kotokoli	29	16	13	12	5	7
15	Lokpa	25	9	16	8	3	5
16	M'bermin	32	13	20	9	4	5
17	Mahi	58	32	26	23	6	17
18	Natimba	32	13	19	11	2	9
19	Ouémaingbé	19	9	10	10	1	9
20	Péda	27	7	20	18	2	16
21	Peulh	31	15	16	10	3	7
22	Saxwè	44	25	19	28	10	18
23	Tchabè	49	23	26	29	12	17
24	Toli	15	4	11	10	2	8
25	Wama	49	23	26	19	6	13
26	Watchi	37	20	17	18	6	12
27	Xwla	19	6	13	13	3	10
28	Yom	35	19	17	8	4	4
29	Yorouba	21	8	13	13	3	10

Tab. 6.8: LFTs prioritaires au Bénin et leur hiérarchisation. | Priority TLVs in Benin and their prioritization.

Espèces Species	Rang de la zone Ranking in the zone			Classement national National classification
	Sud South	Centre Centre	Nord North	
Classe A				
<i>Solanum macrocarpon</i>	1	1	5	1
<i>Corchorus olitorius</i>	2	2	4	2
<i>Amaranthus cruentus</i>	6	4	6	3
<i>Vernonia amygdalina</i>	3	3	11	4
Classe B				
<i>Ceratotheca sesamoides</i>	-	5	3	5
<i>Vigna unguiculata</i>	4	-	9	6
<i>Ocimum gratissimum</i>	9	6	-	7
<i>Vitex doniana</i>	-	8	8	8
<i>Celosia argentea</i>	7	-	10	9
<i>Manihot esculenta</i>	8	9	-	10
Classe C				
<i>Adansonia digitata</i>	-	-	1	11
<i>Sesamum radiatum</i>	-	-	2	12
<i>Moringa oleifera</i>	5	-	-	13
<i>Crassocephalum rubens</i>	-	7	-	14
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	-	-	7	15
<i>Launaea taraxacifolia</i>	10	-	-	16
<i>Solanum aethiopicum</i>	-	10	-	17
<i>Corchorus tridens</i>	-	11	-	18

Beaucoup d'autres comme *Aspilia africana* et *Manihot glaziovii* sont même ethnospécifiques.

Au niveau du village ou de la communauté, les LFTs sont identifiés par leurs noms vernaculaires. Ceux-ci varient d'une aire ethnique à une autre et parfois d'un village à un autre au sein d'une même aire ethnique. Pour les 187 espèces recensées, 1076 noms vernaculaires ont été documentés.

ESPECES PRIORITAIRES ET ESPECES MENACEES

Parmi les espèces consommées, beaucoup sont d'une grande importance pour des communautés et sont donc considérées par celles-ci comme des espèces prioritaires. La proportion relative d'espèces prioritaires par zone ethnique est en moyenne de 48 % (Tab. 6.8). Elle varie de 28,1 % chez les M'bermin (Nord-Ouest) à 68,4 % chez les Xwla (Sud-Ouest). Parmi les légumes feuilles prioritaires et dans presque toutes les zones ethniques, le nombre d'espèces cultivées est, comme attendu, supérieur à celui des espèces sauvages. Dix espèces au Sud, onze au centre et onze au Nord ont été identifiées comme légumes prioritaires d'importance zonale (Tab. 6.7). Au niveau national 18 espèces de légumes feuilles sont prioritaires et classées en trois catégories (A, B, C) selon le nombre (3, 2, 1)

and sometimes from one village to another within the same ethnic area. Among the 187 species listed, 1076 common names have been documented.

PRIORITY SPECIES AND THREATENED SPECIES

Among the consumed species, many are of great importance to communities and are therefore considered by them as priority species. The relative proportion of priority species per ethnic zone is, on average, 48 % (Tab. 6.7). It ranges from 28.1 % among the M'bermin (North-West) to 68.4 % among the Xwla (South-West). Among the priority leafy vegetables in nearly all ethnic zones, the number of species cultivated is, as expected, greater than the number of wild species. Ten species in the South, eleven in the Centre and eleven in the North have been identified as priority vegetables of zonal importance (Tab. 6.7). Nationally, there are 18 priority species of leafy vegetable, classified into three categories (A, B and C) according to the number (3, 2 or 1) of zones in which they are considered as priority species (Tab. 6.8).

de zones dans lesquelles elles sont considérées comme prioritaires (Tab. 6.8).

24 espèces (Tab. 6.9) de plantes consommées comme légumes feuilles traditionnels sont menacées au Bénin. Sur ces 24 espèces citées, quatre (*Afzelia africana*, *Caesalpinia bonduc*, *Milicia excelsa* et *Terminalia superba*) sont déjà sur la liste rouge des espèces menacées de disparition au Bénin.

CRITERES DE PREFERENCE ET LEUR IMPORTANCE

Les critères de préférence des espèces (Tab. 6.10) sont les mêmes dans toutes les aires ethniques. Cependant, leurs importances relatives varient, de façon significative, d'une région à une autre.

Au plan national douze critères sont identifiés. Parmi ceux-ci, quatre (goût, facilité de préparation, disponibilité et la quantité de condiments requise) sont les plus importants et représentent à eux seuls plus de 72 % des réponses. La disponibilité est un critère clé de préférence des LFTs puisque les espèces sont généralement saisonnières. Par exemple les feuilles fraîches de *Vitex doniana* et de *Corchorus tridens* ne sont disponibles respectivement que seulement en saison sèche et en saison de pluies. A l'opposé, les feuilles

24 species (Tab. 6.9) of plants consumed as traditional leafy vegetables are threatened in Benin. Of the 24 species mentioned, four (*Afzelia africana*, *Caesalpinia bonduc*, *Milicia excelsa* and *Terminalia superba*) are already on the red list of species threatened with extinction in Benin.

PREFERENCE CRITERIA AND THEIR IMPORTANCE

The preference criteria relating to the species (Tab. 6.10) are the same in all ethnic areas. However, their relative degrees of importance vary, significantly, from one region to another.

At a national level, twelve criteria have been identified. Among them, four (taste, ease of preparation, availability and the quantity of condiments required) are the most important and represent, alone, more than 72 % of the responses. Availability is a preference criterion of TLVs, as the species are generally seasonal. For example, the fresh leaves of *Vitex doniana* and *Corchorus tridens* are only available in the dry and rainy seasons respectively. On the other hand, the leaves of *Adansonia digitata*, *Amaranthus cruentus*, *Ceratotheca sesamoides*, *Corchorus olitorius*,

Tab. 6.9: Espèces utilisées comme légumes traditionnels feuilles menacées au Bénin. | Species used as traditional leafy vegetables which are threatened in Benin.

	Noms scientifiques Scientific names	Familles Families	Type de plante Type of plant	Statuts Status
1	<i>Afzelia africana</i> *	Fabae-Caesalpinioideae	Arbre Tree	Sauvage Wild
2	<i>Aspilia africana</i>	Asteraceae	Herbe Herb	Sauvage Wild
3	<i>Caesalpinia bonduc</i> *	Fabae-Caesalpinioideae	arbuste Shrub	Cultivée Cultiv.
4	<i>Celtis toka</i>	Cannabaceae	Arbre Tree	Sauvage Wild
5	<i>Centrostachys aquatica</i>	Amaranthaceae	Herbe Tree	Sauvage Wild
6	<i>Cissus palmatifida</i>	Vitaceae	Herbe Herb	Sauvage Wild
7	<i>Cola millenii</i>	Malvaceae	Arbre Tree	Sauvage Wild
8	<i>Commiphora africana</i>	Burseraceae	arbuste Shrub	Sauvage Wild
9	<i>Dyschoriste perrottetii</i>	Acanthaceae	Herbe Herb	Sauvage Wild
10	<i>Eclipta prostrata</i>	Asteraceae	Herbe Herb	Sauvage Wild
11	<i>Gardenia ternifolia</i>	Rubiaceae	arbuste Shrub	Sauvage Wild
12	<i>Hybanthus enneaspermus</i>	Violaceae	Herbe Herb	Sauvage Wild
13	<i>Launaea taraxacifolia</i>	Asteraceae	Herbe Herb	Sauvage Wild
14	<i>Lepistemon owariense</i>	Convolvulaceae	Herbe Herb	Sauvage Wild
15	<i>Ludwigia decurrens</i>	Onagraceae	Herbe Herb	Sauvage Wild
16	<i>Milicia excelsa</i> *	Moraceae	arbuste Shrub	Sauvage Wild
17	<i>Phyllanthus amarus</i>	Phyllanthaceae	Herbe Herb	Sauvage Wild
18	<i>Platostoma africanum</i>	Lamiaceae	Herbe Herb	Sauvage Wild
19	<i>Psophocarpus palustris</i>	Fabaceae-Faboideae	arbuste Shrub	Sauvage Wild
20	<i>Solanum dasyphyllum</i>	Solanaceae	Herbe Herb	Sauvage Wild
21	<i>Sphenoclea zeylanica</i>	Sphenocleaceae	Herbe Herb	Sauvage Wild
22	<i>Telfairia occidentalis</i>	Cucurbitaceae	Herbe Herb	Cultivée Cultiv.
23	<i>Terminalia superba</i> *	Combretaceae	Arbre Tree	Sauvage Wild
24	<i>Vernonia cinerea</i>	Asteraceae	Herbe Herb	Cultivée Cultiv.

* niveau de menace extrêmement élevé (liste rouge)* Extremely high level of threat (red list)

de *Adansonia digitata*, *Amaranthus cruentus*, *Ceratotheca sesamoïdes*, *Corchorus olitorius*, *Sesamum radiatum* et *Solanum macrocarpon* sont disponibles toute l'année sous forme séchée ou fraîche.

UTILISATIONS MEDICINALES, TABOUS ET INTERDITS

Certaines espèces utilisées comme légumes feuilles ont des propriétés curatives, régulatrices et / ou stimulatrices en plus de leurs qualités alimentaires et sont, ou peuvent être, utilisées comme

aliments. Ainsi, de nombreuses affections sont traitées à travers une consommation régulière de certains légumes feuilles. On peut citer les plaies (*Basella alba*, *Heliotropium indicum*), les coliques (*Grewia lasiodiscus*), les vers intestinaux (*Acmella uliginosa*, *Ocimum gratissimum*), les anémies (*Senna occidentalis*), la toux et la fièvre (*Hibiscus sabdariffa*), la rubéole (*Momordica charantia*), la tension artérielle (*Lippia multiflora*), les infections post délivrance (*Acmella uliginosa*, *Ocimum gratissimum*), la diarrhée (*Grewia lasiodiscus*, *Hybanthus enneaspermus*), l'ulcère de l'estomac (*Ehretia cymosa*), le

Tab. 6.10: Critères de préférence des légumes feuilles et leur hiérarchisation à travers les zones. | Preference criteria of leafy vegetables and their prioritization.

Critères	Criterion	Pourcentage de réponses Percentage of responses			Classement général General classification
		Sud South	Centre Centre	Nord North	
Goût	Taste	26,12	20,61	20,44	1
Rapidité de cuisson	Speed of cooking	27,54	22,33	13,26	2
Disponibilité	Availability	8,52	18,18	22,51	3
Quantité de condiments requise	Quantity of condiments required	10,5	14,85	16,25	4
Valeur nutritive (perception des paysans)	Nutritional value (peasants' perception)	11,25	6,18	7,95	5
Grande valeur marchande	High market value	7,50	6,17	2,66	6
Aspect gluant de la sauce	Sticky appearance of the juice	0,40	4,78	10,05	7
Odeur	Smell	2,51	3,25	1,66	8
Valeur médicinale	Medicinal value	1,65	1,13	1,44	9
Interdits	Taboo	2,20	0,19	1,50	10
Facilité à digérer et effet laxatif	Ease of digestion and laxative effect	1,69	1,23	0,84	11
Capacité à accompagner plusieurs repas	Capacity to accompany several meals	0,12	1,10	1,44	12

Sesamum radiatum and *Solanum macrocarpon* are available all year round, in either fresh or dried form.

MEDICINAL USES, FORBIDDEN USES AND TABOOS

Some species used as leafy vegetables have healing, regulating and/or stimulating properties in addition to their food qualities and are, or can be, used as dietary supplements. Therefore, many disorders are treated by regular consumption of certain leafy vegetables. For example: wounds (*Basella alba*, *Heliotropium indicum*), stomach ache (*Grewia lasiodiscus*), intestinal

worms (*Acmella uliginosa*, *Ocimum gratissimum*), anaemia (*Senna occidentalis*), coughs and fever (*Hibiscus sabdariffa*), rubella (*Momordica charantia*), arterial hypertension (*Lippia multiflora*), post-partum infections (*Acmella uliginosa*, *Ocimum gratissimum*), diarrhoea (*Grewia lasiodiscus*, *Hybanthus enneaspermus*), stomach ulcers (*Ehretia cymosa*), vomiting (*Momordica charantia*), jaundice (*Jatropha curcas*), smallpox and chickenpox (*Senna occidentalis*), constipation (*Hibiscus asper*, *Vernonia amygdalina*) and diabetes (*Moringa oleifera*, *Ocimum gratissimum*). It has also been reported that the juices of *Cissus populnea*, *Hibiscus*

vomissement (*Momordica charantia*), l'ictère (*Jatropha curcas*), la variole et la varicelle (*Senna occidentalis*), la constipation (*Hibiscus asper*, *Vernonia amygdalina*) et le diabète (*Moringa oleifera*, *Ocimum gratissimum*). Il a été aussi rapporté que les sauces de *Cissus populnea*, *Hibiscus sabdariffa* et *Launaea taraxacifolia* sont aphrodisiaques et *Adansonia digitata* régularisent les battements cardiaques et le cycle menstruel chez la femme.

Dans les régions du Sud et du Nord-Ouest où le fétichisme (religion traditionnelle) est très développé, certains légumes feuilles traditionnels sont interdits aux adeptes de certaines divinités. Les espèces signalées sont *Ipomoea aquatica* (divinité Dan), *Solanum nigrum* (divinité Hèviosso), *Corchorus tridens* et *Launaea taraxacifolia* (divinité Sakpata).

DOMESTICATION DES ESPECES SAUVAGES

Tous les LFTs cultivés ont été domestiqués à partir d'espèces sauvages. Au Bénin, la culture des LFTs quoique pratiquée par seulement quelques paysans existe et concerne 14 espèces que sont *Acmella oleracea*, *Amaranthus dubius*, *Bidens pilosa*, *Cleome gynandra*, *Corchorus tridens*, *Crassocephalum rubens*, *Heliotropium indicum*, *Hibiscus asper*, *Justicia tenella*, *Launaea taraxacifolia*, *Lippia multiflora*, *Manihot*

sabdariffa and *Launaea taraxacifolia* are aphrodisiacs and *Adansonia digitata* regularizes the heartbeat and a woman's menstrual cycle.

In the South and North-West regions, where fetishism (traditional religion) is very developed, certain traditional leafy vegetables are taboo for followers of certain divinities. These species are *Ipomoea aquatica* (the divinity Dan), *Solanum nigrum* (the divinity Hèviosso), *Corchorus tridens* and *Launaea taraxacifolia* (the divinity Sakpata).

DOMESTICATION OF WILD SPECIES

All TLVs were domesticated from wild species. In Benin, although it is only practised by a few farmers, the culture of TLVs does exist, and involves 14 species: *Acmella oleracea*, *Amaranthus dubius*, *Bidens pilosa*, *Cleome gynandra*, *Corchorus tridens*, *Crassocephalum rubens*, *Heliotropium indicum*, *Hibiscus asper*, *Justicia tenella*, *Launaea taraxacifolia*, *Lippia multiflora*, *Manihot glaziovii*, *Solanum scabrum*, and *Talinum triangulare*. Of these, some, such as *Crassocephalum rubens*, *Manihot glaziovii* and *Solanum scabrum* are at advanced stages and are already regarded as cultivated plants in their various zones of use.

glaziovii, *Solanum scabrum*, *Talinum triangulare*. Parmi celles-ci, certaines comme *Crassocephalum rubens*, *Manihot glaziovii* et *Solanum scabrum* sont à des stades avancés et sont déjà considérées comme des plantes cultivées dans leurs différentes zones d'utilisation.

LEGUMES FEUILLES : MARQUEURS D'IDENTITE CULTURELLE

En utilisant comme variables dans une analyse multivariées les 187 espèces recensées et comme individus les 29 aires ethniques explorées, un dendrogramme (Fig. 6.17) a été construit et qui indique

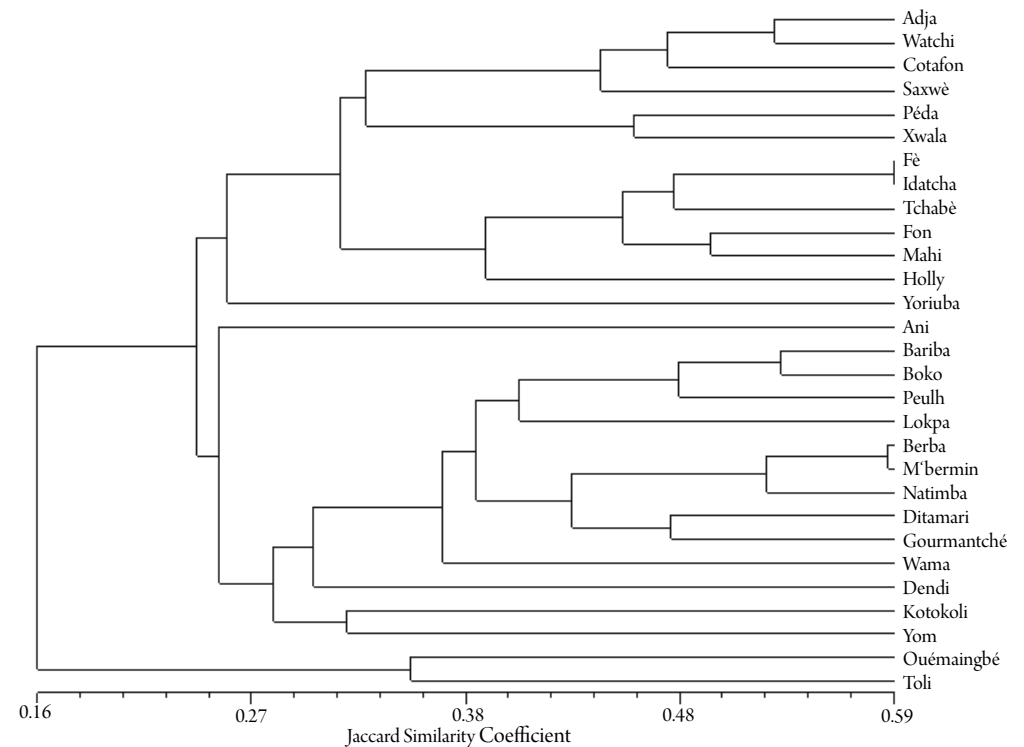


Fig. 6.17: Classification des peuples sur la base de leur similarité en terme d'espèces de légumes feuilles consommées. | Classification of the peoples based on their similarity in terms of the leafy vegetables they consume.

LEAFY VEGETABLES: CULTURAL IDENTITY MARKERS

By using the 187 species as variables and 29 ethnic areas explored as individuals in a multivariate analysis, a dendrogram (Fig. 6.17) was constructed, indicating that the peoples sharing the same geographical space, the same cultural identity and/or the same origin consume almost the same types of traditional



6.18



6.19



6.20



6.21

Fig. 6.18: *Vitex doniana* AAS & COD

Fig. 6.19: *Althernanthera sessilis* AAS & COD

Fig. 6.20: *Ipomoea aquatica* AAS & COD

Fig. 6.21: *Talimum triangulare* AAS & COD

que les peuples partageant un même espace géographique, une même identité culturelle et /ou une même origine consomment presque les mêmes types de légumes feuilles traditionnels. Dans ce dendrogramme, les six tribus (Adja, Watchi, Cotafof, Saxwè, Péda et Xwla) partageant le Sud-Ouest et qui de plus ont plus ou moins les mêmes origines (Ghana et Togo) apparaissent ensemble. Les mêmes raisons justifient le sous-groupe constitué par les peuples Berba, M'bermin, Natimba, Ditamari et Gourmantché originaires du Togo et du Burkina Faso et occupant l'extrême nord-ouest du Bénin. Le centre Bénin est aussi bien identifié par le sous-groupe composé des peuples Fè, Idatcha, Tchabè, Fon et Mahi. Les Ouémainnou parlant Ouémègbé et les Toli qui sont natifs du Sud-Est et aussi culturellement très proches apparaissent aussi groupés ensemble.

CONCLUSION ET AXES PRIORITAIRES DE RECHERCHE ET DE DEVELOPPEMENT

Les légumes feuilles sont d'une importance capitale dans l'alimentation des populations du Bénin aussi bien en zones rurales qu'en zones urbaines. De ce fait des efforts doivent être poursuivis pour

leafy vegetables. In this dendrogram, the six tribes (Adja, Watchi, Cotafof, Saxwè, Péda and Xwla), who share the South-West and also more or less the same origins (Ghana and Togo) appear together. The same reasons justify the sub-group made up of the Berba, M'bermin, Natimba, Ditamari and Gourmantché peoples, who are native of Togo and Burkina Faso and occupy the extreme North-West of Benin. The Centre of Benin is also well identified by the sub-group composed of the Fè, Idatcha, Tchabè, Fon and Mahi peoples. The Ouémainnou, who speak Ouémègbé and the Toli, who are native of the South-East and also culturally very close, also appear grouped together.

CONCLUSION AND PRIORITY AREAS OF RESEARCH AND DEVELOPMENT

Leafy vegetables are of crucial importance in the diet of Benin's population, in rural and urban zones alike. Consequently, efforts need to be made to improve knowledge on the species, as well as their uses and conservation. To do this, it will be necessary to:

- Carry out a nutritional and toxicological analysis of all of the species listed.

leurs meilleures connaissances, utilisation et conservation. Pour y parvenir il faudra :

- Procéder à l'analyse nutritionnelle et toxicologique de toutes les espèces recensées.
- Conduire des essais de domestication sur *Alternanthera sessilis*, *Cleome gynandra*, *Corchorus tridens*, *Crassocephalum rubens*, *Launaea taraxacifolia*, *Solanum scabrum* et *Talinum triangulare*.
- Restaurer la consommation de *Telfairia occidentalis* (espèce appréciée mais en disparition) à travers des programmes de sensibilisation et de vulgarisation.
- Explorer la diversité variétale au sein de *Chorchorus olitorius* à des fins de conservation et de sélection variétale.
- Assurer la vulgarisation d'*Acmella uliginosa* (important aliment) dans les zones où elle est encore inconnue ou absente.

- Carry out domestication trials on *Alternanthera sessilis*, *Cleome gynandra*, *Corchorus tridens*, *Crassocephalum rubens*, *Launaea taraxacifolia*, *Solanum scabrum* and *Talinum triangulare*.
- Restore consumption of *Telfairia occidentalis* (a species which is appreciated, but which is also disappearing) via awareness-raising and popularization programmes;
- Explore the varietal diversity of *Chorchorus olitorius* for the purposes of conservation and varietal selection.
- Ensure the popularization of *Acmella uliginosa* (an important dietary supplement) in the zones where it is still unknown or absent.

Tab. 6.11: Plantes utilisées comme légumes feuilles au Bénin et leur distribution dans les districts phytogéographiques. | Plants used as leafy vegetables in Benin and their distribution within the phytogeographic districts.

CO: Côtier, PO: Pobè, PL: Plateau, VO: Vallée de l'Ouémé, ZO: Zou, BS: Borgou-Sud, BA: Bassila, BN: Borgou-Nord, AT: Chaîne de l'Atacora, MP: Mékrou-Pendjari
 * espèces décrites dans la base de données de PROTA (www.prota.org) | species described in the PROTA database (www.prota.org)

N°s	Noms scientifiques Scientific names	Familles Families	Distribution géographique Geographic distribution
01*	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench.	Malvaceae	CO-MP
2	<i>Acalypha ciliata</i> Forssk.	Euphorbiaceae	CO-MP
03*	<i>Acmella oleracea</i> (L.) Jansen	Asteraceae	CO-BN
04*	<i>Adansonia digitata</i> L.	Bombacaceae	CO-MP
5	<i>Adenopus breviflorus</i> Benth.	Cucurbitaceae	CO-BN
6	<i>Aerva lanata</i> (L.) Juss. ex Schult.	Amaranthaceae	CO-BS, BA
7	<i>Afzelia africana</i> Sm.	Leguminosae-Caesalpinioideae	CO-BN
8	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae	CO-MP
9	<i>Allium cepa</i> L.	Alliaceae	CO-BS, BA
10	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	Amaranthaceae	CO, PO, VO
11*	<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R.Br. ex Roth	Amaranthaceae	CO-MP
12*	<i>Amaranthus cruentus</i> L.	Amaranthaceae	CO-MP
13*	<i>Amaranthus dubius</i> Mart. ex Thell.	Amaranthaceae	CO-ZO
14*	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Amaranthaceae	CO-ZO
15	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	Annonaceae	CO-AT
16*	<i>Anogeissus leiocarpa</i> (DC.) Guill. & Perr.	Combretaceae	PO-MP
17	<i>Aspilia africana</i> (Pers.) Adams	Asteraceae	CO-BN
18*	<i>Asystasia gangetica</i> (L.) T. Anders.	Acanthaceae	CO-BN
19*	<i>Basella alba</i> L.	Basellaceae	CO-BS
20*	<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae	CO-BS, BA
21	<i>Blighia sapida</i> König	Sapindaceae	CO-BS, BA
22*	<i>Boerhavia diffusa</i> L.	Nyctaginaceae	CO-BN
23*	<i>Boerhavia erecta</i> L.	Nyctaginaceae	CO-MP
24	<i>Bombax costatum</i> Pellegr. & Vuillet	Bombacaceae	ZO-MP
25*	<i>Brassica oleracea</i> L.	Brassicaceae	BS-AT
26*	<i>Caesalpinia bonduc</i> (L.) Roxb.	Leguminosae-Caesalpinioideae	CO-BS
27*	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.	Leguminosae-Papilionoideae	CO-MP
28*	<i>Capsicum annum</i> L. Groupe piment fort (Chillies Group)	Solanaceae	CO-MP
29	<i>Capsicum frutescens</i> L. Groupe piment oiseau (Bird Pepper Group)	Solanaceae	CO-MP
30	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Bombacaceae	CO-BS

N°s	Noms scientifiques Scientific names	Familles Families	Distribution géographique Geographic distribution
31*	<i>Celosia argentea</i> L.	Amaranthaceae	CO-MP
32*	<i>Celosia trigyna</i> L.	Amaranthaceae	CO-MP
33	<i>Celtis toka</i> (Forssk.) Hepper & J.R.I. Wood	Celtidaceae	BA, BS-MP
34*	<i>Centrostachys aquatica</i> (R.Br.) Wall.	Amaranthaceae	CO-MP
35*	<i>Ceratotheca sesamoides</i> Endl.	Pedaliaceae	PL-AT
36	<i>Chassalia kolly</i> (Schumach.) Hepper	Rubiaceae	CO-BS
37	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Chenopodiaceae	CO-MP
38	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King	Asteraceae	CO-BS, BA
39	<i>Chrysanthellum indicum</i> DC. ssp. <i>afro-americanum</i> B.L. Turner	Asteraceae	BS-AT
40	<i>Cienfuegosia heteroclada</i> Sprague	Malvaceae	BS-MP
41*	<i>Cissus palmatifida</i> (Baker) Planch.	Vitaceae	PL-AT
42	<i>Cissus populnea</i> Guill. & Perr.	Vitaceae	CO-AT
43	<i>Citrullus colocynthis</i> (L.) Schrad.	Cucurbitaceae	CO-BN
44*	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai	Cucurbitaceae	CO-MP
45*	<i>Cleome gynandra</i> L.	Capparaceae	CO-MP
46*	<i>Cleome rutidosperma</i> DC.	Capparaceae	CO-BN
47	<i>Cochlospermum planchonii</i> Hook.f.	Cochlospermaceae	PL-MP
48	<i>Cola millenii</i> K. Schum.	Sterculiaceae	CO-BS
49*	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Araceae	CO-BS, BA
50	<i>Combretum collinum</i> Fresen.	Combretaceae	PL-MP
51	<i>Combretum comosum</i> G. Don var. <i>hispidum</i> (M. A. Lawson) Jongkind	Combretaceae	PO, VO, PL
52	<i>Combretum racemosum</i> P. Beauv.	Combretaceae	CO-BS
53*	<i>Comelina benghalensis</i> L.	commelinaceae	PL-BN
54	<i>Commiphora africana</i> (A. Rich.) Engl. var. <i>africana</i>	Burseraceae	CO-AT
55*	<i>Corchorus aestuans</i> L.	Tiliaceae	PL-BN
56*	<i>Corchorus olitorius</i> L.	Tiliaceae	CO-BN
57*	<i>Corchorus tridens</i> L.	Tiliaceae	CO-AT
58*	<i>Crassocephalum rubens</i> (Juss. ex Jacq.) S. Moore var. <i>rubens</i>	Asteraceae	PL, ZO, BS
59	<i>Crateva adansonii</i> DC. ssp. <i>adansonii</i>	Capparaceae	CO-MP
60	<i>Croton lobatus</i> L.	Euphorbiaceae	CO-BS
61*	<i>Cucumeropsis mannii</i> Naud.	Cucurbitaceae	CO-BS
62*	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	Cucurbitaceae	CO-BN
63*	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Cucurbitaceae	ZO, BS
64*	<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	Cucurbitaceae	CO, PL

Tab. 6.11: (continued)

Plantes utilisées comme légumes-feuilles au Bénin et leur distribution dans les districts phytogéographiques. | Plants used as leafy vegetables in Benin and their distribution within the phytogeographic districts.

CO: Côtier, PO: Pobè, PL: Plateau, VO: Vallée de l'Ouémé, ZO: Zou, BS: Borgou-Sud, BA: Bassila, BN: Borgou-Nord, AT: Chaîne de l'Atacora, MP: Mékrou-Pendjari,

* Espèces décrites dans la base de données de PROTA (www.prota.org).

* Species described in the PROTA database (www.prota.org).

N°s	Noms scientifiques Scientific names	Familles Families	Distribution géographique Geographic distribution
65	<i>Cymbopogon giganteus</i> (Hochst.) Chiov.	Poaceae	PL-MP
66*	<i>Cyphostemma adenocaulis</i> (Steud.) Desc.	Vitaceae	PL-AT
67	<i>Dalbergia saxatilis</i> Hook.f.	Leguminosae-Papilionoideae	CO-BN
68	<i>Daniellia oliveri</i> (Rolfe) Hutch. & Dalziel	Leguminosae-Caesalpinioideae	PL-MP
69	<i>Deinbollia pinnata</i> (Poir.) Schumach. & Thonn.	Sapindaceae	CO-ZO
70	<i>Dialium guineense</i> Willd.	Leguminosae-Caesalpinioideae	CO-BN
71	<i>Dyschoriste perrottetii</i> (Nees) Kuntze	Acanthaceae	PO-MP
72	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	Asteraceae	CO-MP
73	<i>Ehretia cymosa</i> Thonn. ex Schumach. var. <i>cymosa</i>	Boraginaceae	CO-ZO, BA
74	<i>Emilia praetermissa</i> Milne-Redh.	Asteraceae	CO-BN
75	<i>Euphorbia hirta</i> L.	Euphorbiaceae	CO-AT
76	<i>Ficus abutilifolia</i> (Miq.) Miq.	Moraceae	ZO-AT
77	<i>Ficus artocarpoides</i> Warb.	Moraceae	CO-ZO
78	<i>Ficus asperifolia</i> Miq.	Moraceae	CO-MP
79	<i>Ficus ingens</i> (Miq.) Miq.	Moraceae	CO-MP
80	<i>Ficus polita</i> Vahl	Moraceae	PL-AT
81	<i>Ficus sur</i> Forssk.	Moraceae	CO-AT
82	<i>Ficus sycomorus</i> L.	Moraceae	PL-BS
83	<i>Gardenia ternifolia</i> Schumach. & Thonn.	Rubiaceae	PL-MP
84*	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	Verbenaceae	CO-BN
85	<i>Gomphrena celosioides</i> Mart.	Amaranthaceae	CO-PL
86	<i>Grewia carpiniifolia</i> Juss.	Tiliaceae	CO-ZO
87	<i>Grewia lasiodiscus</i> K. Schum.	Tiliaceae	BN-MP
88*	<i>Grewia mollis</i> Juss.	Tiliaceae	ZO-MP
89	<i>Gymnosporia senegalensis</i> (Lam.) Loes.	Celastraceae	PL-MP
90	<i>Hallea stipulosa</i> (DC.) J.-F. Leroy	Rubiaceae	CO-ZO
91*	<i>Heliotropium indicum</i> L.	Boraginaceae	CO-AT
92	<i>Hexalobus monopetalus</i> (A.Rich.) Engl. & Diels	Annonaceae	PL-MP
93*	<i>Hibiscus asper</i> Hook.f.	Malvaceae	BS-MP
94*	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	Malvaceae	BS-MP
95	<i>Hoslundia opposita</i> Vahl	Lamiaceae	CO-MP
96	<i>Hybanthus enneaspermus</i> (L.) F. Muell.	Violaceae	CO-BN
97	<i>Hydrolea glabra</i> Schum. & Thonn.	Hydrophyllaceae	PL, VO, ZO-AT
98	<i>Hyptis lanceolata</i> Poir.	Lamiaceae	CO-MP

N°s	Noms scientifiques Scientific names	Familles Families	Distribution géographique Geographic distribution
99*	<i>Ipomoea aquatica</i> Forssk.	Convolvulaceae	CO-MP
100*	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Convolvulaceae	Cultivé
101*	<i>Ipomoea eriocarpa</i> R. Br.	Convolvulaceae	PO, VO, PL-MP
102	<i>Ipomoea mauritiana</i> Jacq.	Convolvulaceae	CO-AT
103	<i>Ipomoea triloba</i> L.	Convolvulaceae	CO-AT
104	<i>Ipomoea vagans</i> Baker	Convolvulaceae	AT, MP
105	<i>Isoberlinia doka</i> Craib & Stapf	Leguminosae-Caesalpinioideae	ZO-MP
106*	<i>Jacquemontia tamnifolia</i> (L.) Griseb.	Convolvulaceae	CO-MP
107*	<i>Jatropha curcas</i> L.	Euphorbiaceae	CO-ZO
108	<i>Justicia tenella</i> (Nees) T. Anderson	Acanthaceae	CO-BS, BA
109*	<i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standl.	Cucurbitaceae	CO-BN
110	<i>Laportea aestuans</i> (L.) Chew	Urticaceae	CO-BS
111*	<i>Laumaea taraxacifolia</i> (Willd.) Amin ex C.	Asteraceae	CO-BS, BA
112*	<i>Lepistemon owariense</i> (P. Beauv.) Hallier f.	Convolvulaceae	CO-MP
113*	<i>Leptadenia hastata</i> (Pers.) Decne.	Asclepiadaceae	CO-MP
114	<i>Lippia multiflora</i> Moldenke	Verbenaceae	CO-ZO, BA
115	<i>Ludwigia decurrens</i> Walt.	Onagraceae	CO-ZO
116*	<i>Luffa acutangula</i> (L.) Roxb.	Cucurbitaceae	CO-AT
117	<i>Luffa cylindrica</i> (L.) M. Roem.	Cucurbitaceae	CO-BN
118*	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	Solanaceae	CO-MP
119	<i>Macrosphyra longistyla</i> (DC.) Hiern	Rubiaceae	CO-AT
120	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Euphorbiaceae	CO-BN
121	<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	PL, ZO-BN
122	<i>Melanthera scandens</i> (Schumach. & Thonn.) Roberty	Asteraceae	CO-BS, BA
123	<i>Melastomastrum segregatum</i> (Benth.) A. & R. Fern.	Melastomataceae	CO-AT
124*	<i>Melochia corchorifolia</i> L.	Sterculiaceae	CO-MP
125	<i>Mikania chenopodiifolia</i> Willd.	Asteraceae	CO-BN
126	<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg	Moraceae	CO-BN
127	<i>Mirabilis jalapa</i> L.	Nyctagynaceae	CO-BN
128*	<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae	CO-ZO
129	<i>Momordica cissoides</i> Planch. ex Benth.	Cucurbitaceae	CO-BS
130*	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringaceae	CO-MP
131	<i>Ocimum americanum</i> L.	Lamiaceae	ZO-BN
132	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Lamiaceae	CO-BS

Tab. 6.11: (continued)

Plantes utilisées comme légumes-feuilles au Bénin et leur distribution dans les districts phytogéographiques. | Plants used as leafy vegetables in Benin and their distribution within the phytogeographic districts.

CO: Côtier, PO: Pobè, PL: Plateau, VO: Vallée de l'Ouémé, ZO: Zou, BS: Borgou-Sud, BA: Bassila, BN: Borgou-Nord, AT: Chaîne de l'Atacora, MP: Mékrou-Pendjari,

* Espèces décrites dans la base de données de PROTA (www.prota.org).

* Species described in the PROTA database (www.prota.org).

N°s	Noms scientifiques Scientific names	Familles Families	Distribution géographique Geographic distribution
133	<i>Ocimum gratissimum</i> L.	Lamiaceae	CO-BS
134	<i>Ormocarpum semioides</i> (Willd.) DC. ssp. <i>hispidum</i> (Willd.) Brenan & J. Léonard	Leguminosae-Papilionoideae	PL-BS
135	<i>Pandiaka involucrata</i> (Moq.) Hook.f.	Amaranthaceae	CO-BN
136	<i>Passiflora foetida</i> L.	Passifloraceae	CO-MP
137*	<i>Pentodon pentandrus</i> (Schumach. & Thonn.) Vatke	Rubiaceae	CO-PL
138	<i>Pergularia daemia</i> (Forssk.) Chiov.	Asclepiadaceae	CO-BN
139*	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Leguminosae-Papilionoideae	Cultivé
140	<i>Phragmanthera kamerunensis</i> (Engl.) Balle	Loranthaceae	BS, BN
141	<i>Phyllanthus amarus</i> Schumach. & Thonn.	Euphorbiaceae	CO-ZO
142	<i>Physalis angulata</i> L.	Solanaceae	CO-MP
143	<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	Leguminosae-Caesalpinioideae	BN-MP
144	<i>Piliostigma thonningii</i> (Schumach.) Milne-Redh.	Leguminosae-Caesalpinioideae	ZO-MP
145	<i>Platostoma africanum</i> P. Beauv.	Lamiaceae	CO-BN
146*	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae	CO-MP
147	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	CO-BN
148*	<i>Psophocarpus palustris</i> Desv.	Leguminosae-Papilionoideae	CO-BN
149	<i>Pterocarpus santalinoides</i> L'Hér. ex DC.	Leguminosae-Papilionoideae	CO-MP
150	<i>Pupalia lappacea</i> (L.) Juss.	Amaranthaceae	CO-MP
151	<i>Sclerocarpus africanus</i> Jacq. ex Murr.	Asteraceae	CO-BS, BA
152	<i>Secamone afzelii</i> (Schult.) K. Schum.	Asclepiadaceae	CO-BN
153	<i>Securidaca longepedunculata</i> Fresen.	Polygalaceae	ZO-AT
154*	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	Leguminosae-Caesalpinioideae	CO-MP
155	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Leguminosae-Caesalpinioideae	CO-BN
156*	<i>Sesamum radiatum</i> L.	Pedaliaceae	CO-MP
157	<i>Sida garckeana</i> Pol.	Malvaceae	CO, PO, PL
158	<i>Sida rhombifolia</i> L. ssp. <i>rhombifolia</i>	Malvaceae	BS, BN
159*	<i>Solanum aethiopicum</i> L. Groupe Shum.	Solanaceae	CO-BN
160*	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Solanaceae	ZO-MP
161*	<i>Solanum dasyphyllum</i> Schumach. & Thonn.	Solanaceae	CO-BN
162*	<i>Solanum macrocarpon</i> L.	Solanaceae	CO-BN
163*	<i>Solanum scabrum</i> Mill.	Solanaceae	CO-PL
164	<i>Sphenoclea zeylanica</i> Gaertn.	Sphenocleaceae	CO-PL
165	<i>Spigelia anthelmia</i> L.	Loganiaceae	CO-BN
166	<i>Stachytarpheta indica</i> (L.) Vahl	Verbenaceae	CO-MP

N°s	Noms scientifiques Scientific names	Familles Families	Distribution géographique Geographic distribution
167	<i>Sterculia setigera</i> Delile	Sterculiaceae	PL-MP
168	<i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.	Sterculiaceae	CO-BS
169*	<i>Struchium sparganophora</i> (L.) Kuntze	Asteraceae	CO-BS, BA
170	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	Loganiaceae	ZO-MP
171	<i>Stylochaeton lancifolius</i> Kotschy & Peyr.	Araceae	PL-MP
172	<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn.	Asteraceae	CO-AT
173*	<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd.	Portulacaceae	CO-BS
174*	<i>Telfairia occidentalis</i> Hook.f.	Cucurbitaceae	CO-ZO
175	<i>Terminalia glaucescens</i> Planch. ex Benth.	Combretaceae	PL-MP
176	<i>Terminalia superba</i> Engl. & Diels	Combretaceae	PO, PL, BA
177	<i>Trema orientalis</i> (L.) Blume	Celtidaceae	CO-AT
178*	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	Aizoaceae	CO, PL, VO, ZO
179	<i>Tribulus terrestris</i> L.	Zygophyllaceae	CO-BN
180	<i>Tridax procumbens</i> L.	Asteraceae	CO-BS, BA
181*	<i>Triplochiton scleroxylon</i> K. Schum.	Sterculiaceae	CO-ZO, BA
182	<i>Uvaria chamae</i> P. Beauv.	Annonaceae	CO-AT
183*	<i>Vernonia amygdalina</i> Delile	Asteraceae	CO-ZO
184	<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less.	Asteraceae	CO-BS, BA
185*	<i>Vernonia colorata</i> (Willd.) Drake	Asteraceae	CO-BN
186*	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Leguminosae-Papilionoideae	Cultivé
187	<i>Vitex doniana</i> Sweet	Verbenaceae	CO-MP

6.5

Culture de l'arachide

Sédami ADJAHOSSOU

INTRODUCTION

L'agriculture occupe une place prépondérante dans l'économie béninoise et concerne plus de 70 % de la population active. On y produit différentes cultures vivrières comme le maïs, le sorgho, le mil, le fonio, le riz, le manioc, l'igname, la patate douce, la tomate, le haricot, le voandzou, etc. Le cotonnier, l'ananas, l'anacardier, le palmier à huile et dans une moindre proportion, l'arachide, le café et le tabac constituent les principales cultures d'exportation du Bénin. L'arachide présente le double avantage d'être à la fois une culture de rente et une culture vivrière et constitue de ce fait, une culture importante dans une grande partie des pays en voie de développement comme l'Afrique Occidentale, l'Inde, l'Amérique latine.

Historique

L'arachide est une plante oléagineuse originaire de l'Amérique du Sud et actuellement cultivée dans tous les pays à climat chaud et humide.

Sous le règne du roi Guézo (1818-1858), le royaume d'Abomey (Bénin) développa l'agriculture vivrière et commerciale en introduisant de nouvelles plantes comme : le palmier à huile, le maïs, la tomate, l'arachide et le tabac. Mais compte tenu de son appellation ancienne dans une des langues de l'aire Adja Tado à savoir "Ayo Izi", on pourrait supposer qu'il est introduit dans le pays à partir de l'un des royaumes du Nigéria. Depuis lors, sa richesse en protéines et en lipides favorisera son expansion dans tout le pays.

Ecologie

L'arachide (*Arachis hypogea*) est une légumineuse de petite taille (50 cm en moyenne). Les feuilles sont composées de deux ou trois paires de folioles ovales. Cette plante annuelle produit des fleurs jaunes qui sont aériennes.

Mais après la fécondation, l'ovaire est porté en terre par le développement du gynophore qui s'allonge et s'enfonce par terre. Le fruit, une gousse^r de 2 à 4 cm de long, mûrit dans le sol à une profondeur

Growing peanuts

INTRODUCTION

Agriculture has a predominant place in the Benin economy and employs more than 70% of the active population. Different types of food agriculture are produced like corn, sorghum, millet, fonio, rice, manioc, yams, sweet potatoes, tomatoes, beans, bambara groundnuts, etc. Cotton, pineapples, cashew, oil palm and to a lesser degree the peanut, coffee and tobacco are the main export crops of Benin. The peanut presents a double advantage for being both a cash crop and a food crop and, in this way, constitutes an important crop in the majority of the developing countries in Western Africa, India and Latin America.

History

The peanut is an oil seed plant from South America and is currently cultivated in all countries with warm and humid climates.

Under the reign of King Guézo (1818-1858), the Abomey Kingdom (Benin) developed food and commercial agriculture by introducing new plants like: the oil palm, corn, tomato, peanut and tobacco. But given its old name in one of the languages of the Adja Tado area, that is "Ayo Izi", we could suppose that it was introduced into the country at the time of one of the kingdoms of Nigeria. Since then, its richness in proteins and lipids favoured its expansion throughout the country.

Ecology

The peanut (*Arachis hypogea*) is a small Legume (50 cm on average). The leaves are composed of two or three pairs of oval folioles. This annual plant produces yellow flowers that are aerial. However, after **pollination**^r, the ovary is carried into the ground by the development of the gynophores that elongates and grows into the earth. The fruit is a 2 to 4 cm long pod and matures in the soil at a depth of 3 to 5 cm. Thus, the soil should be well drained, not compact, but crumbly, loose and not soaked with water. It requires a soil rich in calcium with a moderate level of organic matter.

The peanut is cultivated in the tropical and subtropical regions

de 3 à 5 cm. Ainsi, le sol doit être bien drainé, non compact, friable, meuble et non gorgé d'eau. Elle exige un sol riche en calcium avec une teneur modérée en matière organique.

L'arachide se cultive dans les régions tropicales ou subtropicales situées entre 23° N et 40° S. C'est une plante résistante à la chaleur et à la sécheresse que l'on retrouve dans les zones à pluviométrie comprise entre 400 mm et 1200 mm. Le Bénin qui est situé entre 5° et 12° de latitude Nord et 1,5° et 3° de longitude Est offre dans l'ensemble les conditions pédoclimatiques favorables à la culture de l'arachide.

ZONES DE PRODUCTION

Dans le monde

L'arachide fait l'objet d'une culture importante dans les régions tropicales car ses graines contiennent 40 à 50 % d'huile et sont riches en protéines. En 2003, la production mondiale d'arachide non décortiquée a été évaluée à 36 millions de tonnes sur une superficie de 26,46 millions d'hectares. Les trois plus grands producteurs à savoir la Chine, l'Inde, le Nigéria représentent 68 % (Tab. 6.12) de

located between 23° N and 40° S. It is a plant that resists heat and drought that we can find in zones with precipitation between 400 mm and 1200 mm. Benin is located between 5° and 12° latitude North and 1.5° and 3° longitude East and offers overall the pedoclimatic conditions favourable to the cultivation of the peanut.

Arachis hypogea

(A) Fleur. | Flower. AGO

(B) Culture. | Cultivation. GZI

(C) Fruit. | Fruit. MSC



A



B



C

Tab. 6.12: Production en tonnes de l'arachide dans quelques pays producteurs (FAO, 2004). | Production in tons of peanuts in some producing countries (FAO, 2004).

Pays producteurs	Producing countries	Production (X 1000 to)			
		2003		2004	
Chine	China	13493,5	(38,20 %)	14075	(43,30 %)
Inde	India	7700,0	(21,80 %)	7500	(23,10 %)
Nigéria	Nigeria	2700,0	(7,64 %)	2700	(8,30 %)
Etats-Unis	United States	1879,8	(7,64 %)	1905,7	(5,86 %)
Indonésie	Indonesia	1377,0	(3,90 %)	1450	(4,46 %)
Soudan	Sudan	1200,0	(3,40 %)	1200	(3,69 %)
Myanmar	Myanmar	710,0	(2,01 %)	715	(2,20 %)
Sénégal	Senegal	375,0	(1,06 %)	465	(1,43 %)
Tchad	Chad	450,0	(1,27 %)	450	(1,39 %)
Ghana	Ghana	439,0	(1,24 %)	439	(1,35 %)
Vietnam	Vietnam	404,3	(1,14 %)	421	(1,30 %)
Argentine	Argentina	314,3	(0,90 %)	414,3	(1,28 %)
République démocratique du Congo	Democratic Republic of Congo	359,6	(1,02 %)	363,9	(1,12 %)
Autres pays	Other countries	3918,3	(11,10 %)	395,1	(1,22 %)
Total		35320,8	(100,00 %)	32539	(100 %)

Tab. 6.13: Production d'arachide dans les Départements du Bénin de 1998 à 2007 (source : MAEP).

Peanut production in the Departments of Benin from 1998 to 2007 (source: MAEP).

Département	Superficie (ha) Surface area (ha)	Production (t) Production (t)
Atacora	6 795	8 618
Donga	7 880	7 512
Borgou	11 746	10 761
Alibori	26 711	28 599
Zou	25 355	18 166
Collines	33 104	28 518
Mono	377	224
Atlantique	5 054	3 207
Ouémé	3 479	2 267
Couffo	14 828	9 822
Plateau	6 937	6 126
Total	142 266	123 820

PRODUCTION ZONES**In the world**

The peanut is the object of significant cultivation in the tropical regions because its grains contain 40 to 50 % of oil and are rich in proteins. In 2003, the worldwide production of unshelled peanuts was evaluated at 36 million tons on a surface area of 26.46 million hectares. The three most important producers, China, India and Nigeria represent 68 % (Tab. 6.12) of this production in the respective surface areas of 5.1, 8.0 and 2.8 million hectares.

In Benin

Peanut production in Benin varies from one Department to another; the Zou and Collines Departments constitute the most important production zone with 37.7 % of the national production followed by Borgou-Alibori with 31.8 % of the peanut production. Then, come the Atacora-Donga departments with

cette production sur des superficies respectives de 5,1, 8,0 et 2,8 millions d'hectares.

Au Bénin

La production de l'arachide au Bénin varie d'un Département à l'autre ; les Départements du Zou et des Collines constituent la zone de production la plus importante avec 37,7 % de la production nationale suivent ceux du Borgou-Alibori avec 31,8 % de la production arachidière. Viennent ensuite les Départements de l'Atacora-Donga avec 13% de cette production. Le reste de la production provient des Départements du Mono- Couffo, Ouémé-Plateau et de l'Atlantique (Tab. 6.13).

Le bilan arachidier est passé de 76 417 t en 1999 à 154 693 t en 2005. Soit une augmentation de 50,60 % au bout de six ans. Au cours des campagnes agricoles de 2005-2006 et 2006-2007, nous notons une chute de production de 27,6 %.

13 % of this production. The rest of the production comes from the Mono-Couffo, Ouémé-Plateau and Atlantique Departments (Tabl. 6.13).

The amount of peanuts went from 76 417 t in 1999 to 154 693 t in 2005. This is a 50-60 % increase over six years. During the agricultural campaigns of 2005-2006 and 2006-2007, we noted a 27.6 % drop in production.

VARIETIES CULTIVATED

Two main peanut groups exist:

- The Virginia group, with creeping plants and a long vegetative cycle that lasts from 120 to 140 days; the seeds do not germinate prematurely;
- The Spanish and Valencia group, upright plants with short vegetative cycle from 90 to 110 days; the yield is higher. This group includes plants that can develop in bush form. Their yield is generally higher than the Virginia variety's if the Cercospora genus leaf pocking is controlled.

VARIETES CULTIVEES

Il existe deux groupes principaux d'arachide:

- Le groupe Virginia, comporte des plantes à port rampant et à cycle végétatif long allant de 120 à 140 jours; les graines ne germent pas prématurément.
- Le groupe Spanish et Valencia, à port érigé et à cycle végétatif court allant de 90 à 110 jours; le rendement est plus élevé. Ce groupe comprend des plantes qui peuvent se développer sous forme de buisson. Leur rendement est généralement plus élevé que celui de la variété de Virginie si la tavelure des feuilles du genre Cercospora est contrôlée.

Dans le Nord, il y a quatre variétés d'arachide qui sont introduites depuis plus de 15 ans et couramment utilisées par les populations. La densité de semis est de 0,4 cm x 0,15 cm.

Variétés Moto : 90-105 j

Variétés TS 32-1 : 90 j et 2,5 t/ha

Variétés 69-101 : 120 j et 3 t/ha

Variétés RMP-12 : 135 j et 4 t/ha

Dans le Sud et au centre du Bénin, ce sont les variétés de type Africana à port rampant (brush) qui sont cultivées. L'arachide est

In the North, there are four peanut varieties that were introduced more than 15 years ago and currently used by the populations. The seeding density is 0.4 cm x 0.15 cm.

Moto Varieties: 90-105 d

TS 32-1 Varieties: 90 d and 2.5 t/ha

69-101 Varieties: 120 d and 3 t/ha

RMP-12 Varieties: 135 d and 4 t/ha

In the South and Center of Benin, the Africana type varieties that are creepers (brush) are cultivated. The peanut is cultivated in billions spaced at 0.60 cm with a seed density of 0.30 cm x 0.30 cm. It consists of the varieties:

KH 149 A: 90 day; KH 241 D47-10: 90 days; KH 241 D55-437: 90 days

CULTIVATION SYSTEMS

In Benin, the peanut is generally sown in monospecific cultivation. Thanks to rotation, the peanut can be considered a crop that contributes to the improvement of soil fertility. In the South, it is sometimes associated with one or two crops like corn, pineapple or cassava. In the North, it can be associated with sorghum, millet or cotton. Peanuts are seeded in catch



6.22



6.23



6.24

Fig. 6.22: Huile d'arachide mis en vente. | Peanut oil for sale. AAS & BFA

Fig. 6.23: Galettes d'arachide: Kluiklui. | Peanut cakes: Kluiklui. AAS & BFA

Fig. 6.24: Arachide caramélisée. | Caramelized peanut. AAS & BFA

cultivée sur des billons espacés de 0,60 cm avec une densité de semis de 0,30 cm x 0,30 cm. Il s'agit des variétés : KH 149 A : 90 jour ; KH 241 D47-10 : 90 jours ; KH 241 D55-437 : 90 jours

SYSTEMES DE CULTURE

Au Bénin, l'arachide est généralement semée en culture mono-spécifique. Grâce à la rotation, l'arachide peut être considérée comme une culture qui contribue à l'amélioration de la fertilité du sol. Au Sud, elle est parfois associée avec une ou deux cultures telles que le maïs, l'ananas ou le manioc ; au Nord elle peut être associée avec le sorgho, le mil ou le coton. Elles sont semées en cultures dérobées ou en cultures mono-spécifiques sur des buttes ce qui permet d'améliorer l'écoulement des eaux et facilite l'arrachage de l'arachide à maturité. Il faut noter que les variétés locales du type Virginie présentant une meilleure résistance à la tavelure des feuilles, sont utilisées dans le Sud du Bénin plus humide.

crops or in monospecific cultivations on mounds that enable improving the water flow and facilitating the extraction of the peanut at maturity. It is important to note that the local varieties of the Virginia type present better resistance to leaf scabbing and are used in the more humid South of Benin.

TRANSFORMATION

In Benin, the peanut is eaten either directly or as an ingredient for sauces to satisfy the oil needs of the population. Thus, we can distinguish different modes of transformation of this crop within the population.

The edible peanut freshly harvested is boiled with the shells and is eaten with seeds of boiled or grilled corn. Shelled, the peanut is boiled or grilled with corn (grilled or boiled) and results in a product commonly called 'Bokou'.

The grilled seeds are eaten with gari (from cassava) and serve as a food complement with gari that is rich in carbohydrates and poor in proteins.

Grilled peanut **cotyledons**⁷ or peanut butter mixed with caramelized sugar give products like Kokada then formed into

LA TRANSFORMATION

Au Bénin, l'arachide est consommée soit comme aliment de bouche, soit comme ingrédient pour les sauces soit pour satisfaire les besoins en huile de la population. Ainsi, peut-on distinguer différents modes de transformation de cette culture au sein de la population.

L'arachide de bouche fraîchement récoltée est bouillie avec les coques et se consomme avec les grains du maïs bouillis ou grillés. Décortiquée, l'arachide est bouillie ou grillée avec du maïs (grillés ou bouillis) et permet l'obtention d'un produit communément appelé «Bokou».

Les graines grillées sont consommées avec du gari (à base de manioc) et sert de complément alimentaire avec le gari qui est riche en glucide et pauvre en protéines.

Les **cotylédons**⁷ d'arachide grillés ou la pâte d'arachide mélangés à du sucre caramélisé permettent d'obtenir des produits comme le Kokada façonné ensuite en différentes formes (boules, tablettes) ou Nougua (forme carré ou losangique).

Le beurre d'arachide très nourrissant entre dans la préparation de la sauce d'arachide servant à accompagner l'igname pilée (au centre du pays : Savalou, Savè, Dassa-Zoumè, Bantè, Ouèssè ...), les pâtes

à base de céréales ou de cossettes d'igname. Il sert également à la fabrication de beignet d'arachide.

Dans les Communes de Bantè, Covè, Glazoué, Savalou, ... l'arachide est transformée en huile et en galettes. Les Communes de Covè et de Zagnanado étaient des plus grandes productrices d'arachide au Bénin. La transformation de l'arachide en huile d'arachide et en galettes, est l'apanage des femmes de ces régions. L'huile produite est recherchée pour ses propriétés organoleptiques et nutritionnelles. Les galettes pimentées ou non pimentées, sucrées ou salées ont différentes formes (allongées, rondes ou en boules). Toutefois, il faut noter que ces deux produits ont été vulgarisés depuis le Sud jusqu'au Nord du Bénin et la culture de l'arachide n'est plus spécifique à une région.

Les coques d'arachide sont utilisées comme combustibles. Les tourteaux d'arachide, résidu de pression après extraction de l'huile et les fanes entrent dans l'alimentation des animaux comme les porcs, des bovins et des animaux de la basse-cour.

different shapes (balls, tablets) or Nougua (square or lozenge shaped).

Peanut butter is very nutritious in the peanut sauce preparation that is served to accompany the pounded yam (in the center of the country: Savalou, Savè, Dassa-Zoumè, Bantè, Ouèssè ...), the cereal-based or yam root based pasta. It is also used to make peanut doughnuts.

In the Municipalities of Bantè, Covè, Glazoué, Savalou, ... the peanut is transformed into oil and pancakes. The Municipalities of Covè and Zagnanado were the biggest peanut producers in Benin. The transformation of the peanut into peanut oil and pancakes is the women's task in these regions. The oil produced is sought for its organoleptic and nutritional properties. The spiced or unspiced, sugary or salty pancakes have different shapes (elongated, round or in ball). Nonetheless, it is important to mention that these two products were popularized from the South to the North of Benin and the peanut culture is no longer specific to one region.

The peanut hulls are used as fuel. Peanut cakes, pressure residue after the oil extraction and the haulms are feed for animals like pigs, cattle and farmyard animals.

SOCIOECONOMIC IMPORTANCE OF THE PEANUT

The peanut is cash crop that is capable of improving the revenue of populations. It is used in numerous areas like agriculture (green fertiliser⁸), food (peanut butter, pancakes, beignets, caramelized peanuts, etc.), industries (oil), pharmacopoeia (as a solvent for medicines), and the environment.

The majority of products obtained from the peanut is sold by women and make up their source of income.

In 2003, Benin exported US\$22 000 for 35 t worth of peanuts. Thus, it is classified very far behind Ghana (US\$ 5 884 million for 8 788 t), Gambia (US\$ 945 000 for 1 724 tons), Niger (US\$155 000 for 436 t), Mali (US\$ 101 000 for 86 t, Senegal (US\$ 54 000 for 108 t).

The peanut seed contains 40 to 50% of lipids, 20 to 30 % of proteins, 22 to 25 % carbohydrates and 2 to 3 % of mineral substances. This Legume plant is also rich in calcium, magnesium, potassium, phosphorus and even niacin. The peanut also constitutes a good source of vitamins B and E, but it has less essential amino acids like lysine than other Legumes.

Even though the peanut is a veritable concentration of proteins, lipids, cellulose and mineral salts, abusive consumption

IMPORTANCE SOCIO-ECONOMIQUE DE L'ARACHIDE

L'arachide est une culture de rente susceptible d'améliorer les revenus des populations. Elle est utilisée dans de nombreux domaines comme l'agriculture (engrais vert) l'agro-alimentaire (beurre d'arachide, galettes, beignets, arachide caramélisé ...) les industries (huile), la pharmacopée (comme solvant médicamenteux), l'environnement.

La plupart des produits obtenus à partir de l'arachide est vendue par les femmes et constitue leurs sources de revenus.

L'arachide exportée par le Bénin en 2003 est d'une valeur de 22 000 \$ pour 35 t. Il se classe donc très loin derrière le Ghana (5,884 millions \$ pour 8 788 t), la Gambie (945 000 \$ pour 1 724 t), le Niger (155 000 \$ pour 436 t), le Mali (101 000 \$ pour 86 t), le Sénégal (54 000 \$ pour 108 t).

La graine d'arachide contient 40 à 50 % de lipides, 20 à 30 % de protéines, 22 à 25 % de glucides, 2 à 3 % de substances minérales. Cette plante légumineuse est aussi riche en calcium, magnésium, potassium, phosphore ou encore niacine. L'arachide constitue également une bonne source de vitamines B et E, mais elle est plus pauvre en acide aminé essentiel comme la lysine que les autres légumineuses.

causes allergies. Dietetically, we prefer rapeseed oil and olive oil to peanut oil due to its high rate of saturated fatty acids (20 % versus 8 % for rapeseed).

CONCLUSION

The peanut is a food crop that is widespread in all regions of Benin. The varieties cultivated in Benin come from different sub-region countries or elsewhere and are introduced by private initiatives. There exist few research programs for improving peanut production in Benin. This oil seed plant is both a food crop and a cash crop and is of great importance to rural populations.

L'arachide est aussi un antioxydant contre le vieillissement de la peau. Bien que l'arachide soit un véritable concentré de protéines, lipides, cellulose et sels minéraux sa consommation abusive engendre des allergies. Diététiquement, on préfère l'huile de colza et l'huile d'olive à celle de l'arachide en raison de son taux élevé d'acides gras saturés (20 % contre 8 % pour le colza).

CONCLUSION

L'arachide est une culture vivrière largement rencontrée dans toutes les régions du Bénin. Les variétés cultivées au Bénin proviennent de différents pays de la sous-région ou d'ailleurs et sont introduites par des initiatives privées. Il existe peu de programme de recherche pour l'amélioration de la production arachidière au Bénin. Cette oléagineuse à la fois vivrière et culture de rente est d'une grande importance pour les populations rurales.

6.6

Culture des cucurbitacées

Eneoch ACHIGAN-DAKO
Adam AHANCHEDE

INTRODUCTION

Les courges (Cucurbitaceae) forment l'une des familles de plantes à fleur de grande importance économique dans le monde. Cette famille comprend des espèces telles que *Citrullus lanatus* (pastèque, Fig. 6.25), *Cucumis melo* (melon) et *Cucumis sativus* (concombre), qui génèrent des revenus considérables pour un grand nombre d'industries en Asie, en Europe et en Amérique.

La dernière monographie sur les cucurbitacées en Afrique de l'Ouest faisait ressortir 65 espèces, parmi lesquelles 12 étaient cultivées (Jeffrey 1965, Achigan-Dako 2008). Au Bénin, environ 11 espèces sont cultivées. Il s'agit de : *Citrullus lanatus*, *Lagenaria siceraria*, *Cucumeropsis mannii*, *Cucumis melo* subsp. *melo*, *Cucumis sativus*, *Telfairia occidentalis*, *Luffa acutangula*, *Cucurbita pepo*, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita moschata*, *Trichosanthes cucumerina*. Par ailleurs, il existe un certain nombre d'espèces qui se trouvent encore à l'état

sauvage, que les populations locales épargnent lors des défrichements ou qui sont plantées dans les jardins de case en raison de leur importance particulière pour elles.

Les cucurbitacées cultivées s'utilisent tout d'abord comme légume frais ou bien cuites. Elles sont riches en micro nutriments et en vitamines. Pour certaines d'entre elles, ce sont les graines qui constituent le principal élément (par exemple, *Cucumeropsis mannii*). Les populations locales ont mis au point des techniques pour transformer les produits de cette espèce en huile et en protéines qui sont utilisés à des fins nutritionnelles.

DIVERSITE ET VARIATION DES ESPECES CULTIVEES.

On cultive plusieurs espèces de cucurbitacées au Bénin et en Afrique de l'Ouest. Les espèces les plus couramment cultivées comprennent *Citrullus lanatus*, *Lagenaria siceraria*, *Cucumeropsis mannii*, *Cucumis melo* subsp. *melo*, *Cucumis sativus*, *Cucurbita pepo*, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita moschata* (Fig 6.25-6.30). Les espèces rarement cultivées sont *Telfairia occidentalis*, *Luffa acutangula*, *Trichosanthes cucumerina*.

Growing curcurbits

INTRODUCTION

Cucurbits (Cucurbitaceae) are one of the most economically important flowering plant family in the World. This family include species such as *Citrullus lanatus* (Watermelon, Fig. 6.25), *Cucumis melo* (melon), *Cucumis sativus* (cucumber) that provide high income to many industries in Asia, Europe and the Americas.

The last monograph on Cucurbitaceae in West Africa indicated about 65 cucurbits species of which 12 are cultivated (Jeffrey 1965, Achigan-Dako 2008). In Benin about 11 species are cultivated. Those are *Citrullus lanatus* (Fig. 6.25), *Lagenaria siceraria*, *Cucumeropsis mannii* (Fig. 6.30), *Cucumis melo* subsp. *melo* (Fig. 6.28), *Cucumis sativus* (Fig. 6.26), *Telfairia occidentalis*, *Luffa acutangula*, *Cucurbita pepo* (Fig. 6.29), *Cucurbita maxima* (Fig. 6.28), *Cucurbita moschata*, *Trichosanthes cucumerina*. In addition,

there are other species which are usually found in the wild and which are spared by local communities during land clearance or which are brought into home gardens because of their specific importance.

The foremost usage of cultivated cucurbits is as fresh or cooked vegetable. They essentially provide micronutrients and vitamins. For other species the seeds are the most important element (e.g. *Cucumeropsis mannii*). For those species local communities have developed processing practices in which oils and proteins are produced for nutrition purposes.

DIVERSITY AND VARIATION OF CULTIVATED SPECIES

A number of cucurbit species are cultivated in Benin and West Africa. Frequently cultivated species include *Citrullus lanatus*, *Lagenaria siceraria*, *Cucumeropsis mannii*, *Cucumis melo* subsp. *melo*, *Cucumis sativus*, *Cucurbita pepo*, *Cucurbita maxima*, and *Cucurbita moschata*. Rarely cultivated species include *Telfairia occidentalis*, *Luffa acutangula*, and *Trichosanthes cucumerina*. Most of these resources originated from Africa. Particularly *Cucumeropsis mannii* and *Telfairia occidentalis* are said to be endemic to West and Central Africa. However, *Trichosanthes*

La plupart de ces ressources sont originaires d'Afrique. *Cucumeropsis mannii* et *Telfairia occidentalis* seraient particulièrement endémiques à l'Afrique centrale et occidentale. Par contre, *Trichosanthes cucumerina* et *Luffa acutangula* sont originaires d'Asie alors que *Cucurbita* spp provient d'Amérique.

On observe une immense diversité morphologique chez les cucurbitacées. La grande diversité observée au niveau des espèces est surtout liée à la forme et à la taille du fruit. *Cucurbita* spp (Fig. 6.25 - Fig. 6.30) produit des fruits de dimensions et formes variables. Certains cultivars ont des fruits présentant des traits décoratifs ou des excroissances. Outre les fruits, les graines de cucurbitacées sont aussi de taille et de forme très variées. Les différenciations interspécifiques ne sont pas si évidentes. En revanche, chez *Lagenaria siceraria*, la variation intraspécifique est grande et les analyses cytométriques ont révélé un lien étroit entre la taille du génome et différents types de graines ou d'usage.

AUTRES ESPECES DE CUCURBITACEES DE MOINDRE IMPORTANCE

Quelques espèces, bien que non cultivées, sont épargnées lors des défrichements ou plantées dans les jardins de case par les

cucumerina and *Luffa acutangula* are of Asian origin and *Cucurbita* spp., of American origin.

Huge morphological diversity is observed in Cucurbitaceae. The high diversity observed is mostly related to fruit shape and size. In *Cucurbita* spp (Fig. 6.25 - Fig. 6.30) fruits of various size and shape are usually produced. Additional ornamentations of the fruit or the presence of outgrowth is noted for some cultivars. In addition to the fruits, seeds of Cucurbitaceae are of various sizes and shapes as well. Interspecific variations are self evident. In *Lagenaria siceraria*, however, intraspecific variation is

Quelques espèces de cucurbitacées cultivées au Bénin. | Selected species of Cucurbitaceae cultivated in Benin.

Fig. 6.25: *Citrullus lanatus* EAC

Fig. 6.26: *Cucumis sativus* EAC

Fig. 6.27: *Cucumis melo* subsp. *melo* EAC

Fig. 6.28: *Cucurbita maxima* EAC

Fig. 6.29: *Cucurbita pepo* EAC

Fig. 6.30: *Cucumeropsis mannii* EAC



6.25



6.26



6.27



6.28



6.29



6.30

populations locales. Il s'agit de : *Peponium vogelii*, *Cucumis metuliferus*, *Kedrostis foetidissima*, *Momordica charantia*, *Momordica cissoides*, *Momordica foetida* qui sont diversément utilisées au Bénin en tant que légume ou plantes médicinales.

UTILISATIONS

La plupart des espèces de cucurbitacées sont utilisées comme légume frais ou bien cuites. Le tableau 6.14 montre la teneur en substances nutritives de certaines d'entre elles. Les parties de la plante qui sont utilisées comme légume sont les feuilles, les fruits et les graines ; toutefois, le fruit est de loin l'organe le plus utilisé. Les fruits

Tab. 6.14: Propriétés nutritives pour 100 g de produit de cinq espèces de cucurbitacées cultivées au Bénin. | Nutrients properties in 100 g matter for five species of Cucurbitaceae cultivated in Benin

		<i>Citrullus lanatus</i> *	<i>Cucumeropsis mannii</i> *	<i>Cucurbita maxima</i> **	<i>Cucurbita pepo</i> **	<i>Cucumis melo</i> **	<i>Cucumis sativus</i> **
Eau	Water		8,3 g	95,0 g	95,3 g	90,2 g	96,4 g
Énergie	Energy	557 kcal	545 kcal	13 kcal	14 kcal	34 kcal	10 kcal
Protéines	Protein	28,3 g	26,2 g	0,7 g	1,2 g	0,8 g	0,7 g
Graisses	Fat	47,4 g	473 g	0,2 g	0,14 g	0,2 g	0,1 g
Glucides	Carbohydate	15,3 g	14,2 g	2,2 g	2,9 g	8,2 g	1,5 g
Fibres alimentaires	Dietary fiber	-	4,0 g	1,0 g	1,2 g	0,9 g	0,6 g
Ca	Ca	54 mg	86 mg	29 mg	15 mg	9 mg	18 mg
Mg	Mg	-	-	-	22 mg	12 mg	8 mg
P	P	755 mg	-	19 mg	32 mg	15 mg	49 mg
Fe	Fe	7,3 mg	-	0,4 mg	0,4 mg	0,2 mg	0,3 mg
Zn	Zn	-	-	-	,2 mg	0,2 mg	0,1 mg
β-Carotène	β-Caroten			450 µg			60 µg
Vitamine A	Vitamin A	-	-	-	340 IU	3382 IU	-
Thiamine	Thiamin	0,19 mg	-	0,16 mg	0,07 mg	0,04 mg	003 mg
Riboflavine	Riboflavin	0,15 mg	-	traces	0,03 mg	0,02 mg	0,01 mg
Niacine	Niacin	3,55 mg	14,3 mg	0,1 mg	0,4 mg	0,7 mg	0,2 mg
Acide folique	Folate	58 µg	-	10 µg	22 µg	21 µg	9 µg
Vitamine C	Ascorbic acid	-	-	14 mg	9.0 mg	37 mg	2 mg

*Graines d'égusi sèches sans la coquille, **Uniquement la chair, sans graines | *Dried egusi seed without shell, **Flesh only, seeds removed

tremendous and flow cytometric analyses revealed a clear correlation of genome size with two different seed or usage types.

OTHER CUCURBIT SPECIES OF LESSER IMPORTANCE

Few species, although not cultivated, are spared during land clearance or introduced in home garden by local communities. This is the case of *Peponium vogelii*, *Cucumis metuliferus*,

Kedrostis foetidissima, *Momordica charantia*, *Momordica cissoides*, *Momordica foetida*, which are variously used in Benin as vegetable or medicinal resources.

USE

Most cucurbit species are used as fresh or cooked vegetable. Nutrients content of few species are indicated in table 6.14.

de *Cucumis sativus*, *Cucumis metuliferus* et *Cucumis melo* sont mis en tranches et consommés frais dans des salades. Les communautés du Bénin utilisent habituellement les espèces *Cucumeropsis mannii*, *Citrullus lanatus* subsp. *mucosospermus* pour leurs graines, que l'on appelle egusi. Egusi (en Youruba) ou goussi (en Fon) est un groupe d'espèces de cucurbitacées que l'on cultive pour leurs graines, riches en protéines et en huile. *Lagenaria siceraria*, connue comme la gourde, comprend des variétés à peau souples telles que 'Aklamkpa' ou 'Accra-kakoun', que l'on utilise également comme Egusi. *Lagenaria siceraria* s'utilise habituellement comme conteneur non comestible. Néanmoins, de nombreux cultivars s'utilisent quotidiennement au Bénin dans la préparation de sauces.

La culture de cucurbitacée joue un rôle socioculturel non négligeable pour les communautés du Bénin, ce qui n'amène pas pour autant à les considérer comme culture de rente. Selon les agriculteurs, les egusi assurent quatre fonctions différentes pour les familles qui les cultivent : un apport monétaire, un aliment pour la famille, un cadeau pour les membres de la famille et une provision de semences pour la prochaine saison. L'analyse des différents modes d'utilisation des organes révèle que les agriculteurs du Sud et du centre Bénin vendent entre 50 et 70 % des produits de la récolte

pour se procurer un revenu monétaire. Dans la région centrale, les familles consomment moins de 20 % des produits egusi. En effet, les agriculteurs de la région emportent leurs produits au marché régional de glazoué, où les prix sont jugés équitables. En revanche, dans le Nord Bénin, la production n'est pas majoritairement destinée à la commercialisation mais plutôt à la consommation dans les foyers. Pour les Bariba, par exemple, la vente n'atteint pas 40 % de la production. Il est important de remarquer que dans les régions du Nord, les agriculteurs vendent leur produit à domicile et surtout aux femmes collectrices.

Dans les régions du Sud Ouest, il est très important d'offrir l'egusi aux proches et le rôle social de *Cucumeropsis mannii* y est évident. D'après les agriculteurs de cette région, il est souhaitable de maintenir des bons rapports avec les voisins et la famille en leur offrant une partie de sa propre récolte à l'approche du Nouvel An. En effet, *Cucumeropsis mannii*, connue comme « egusi tchigan » (le prestigieux Egusi) est donné comme cadeau pour témoigner du lien social qu'on a avec celui à qui on donne le produit.

En plus des graines, on utilise parfois les jeunes feuilles de *Cucumeropsis mannii* comme légume-feuille. Ceci est également observé chez les Adja (Sud-ouest du Bénin) et chez les Bariba. Les feuilles

Plant parts used as vegetable include leaves, fruits, seeds, the frequently used part being the fruit. For species such as *Cucumis sativus*, *Cucumis metuliferus* and *Cucumis melo* the use of fresh fruits is preferred. They are cut in slices and eaten in salad. Usually, communities in Benin use species such as *Cucumeropsis mannii*, *Citrullus lanatus* subsp. *mucosospermus* for their seeds known as egusi. Egusi (in Yoruba) or goussi (in Fon) is a group of cucurbit species that produce protein and oil rich seeds for which the crop is grown. *Lagenaria siceraria*, known as the bottle gourd, encompasses non-hard-coat varieties like 'Aklamkpa' or 'Accra-kakoun' also used as Egusi. The wide utilisation of *Lagenaria siceraria* is as inedible container. However, many cultivars are known in Benin for their use as vegetable cooked in sauce. Socio-cultural roles played by cucurbit crops are important in local communities in Benin although these speculations are not classified as top or cash crops. According to farmers four main uses are insured by the household in which egusi, for instance, is cultivated: cash income, household food, the gift to relatives and seeds for the next cropping season. Product allocation pattern analysis indicated that in the southern and central regions of Benin farmers sell 50 to 70 % of their harvest product

for cash income. In the central region less than 20 % of Egusi products are allocated for households' consumption. Indeed farmers in the region carry their product to glazoué regional market where prices are considered fair. In opposite the production in the northern region is not primarily devoted to cash income but rather to the household consumption. In the Bariba community for example less than 40 % of the harvest product is sold. It is important to indicate that in the northern regions farmers sell their product at home to women collectors who pass around.

The gift of Egusi to relatives is very important in the south-western region where *Cucumeropsis mannii* plays a strong social role. According to farmers of the region, it is recommended to keep good relationships with neighbours and relatives by giving part of one's harvest to them around the New Year period. In fact *Cucumeropsis mannii*, known as "egusi tchigan" (the prestigious Egusi) is used as gift in recognition of the social status of the giver.

In addition to the use of the seeds, young leaves of *Cucumeropsis mannii* are sometime used as leafy vegetable. This has been reported in the Adja community (South-West Benin) and

de *Telfairia occidentalis* sont également utilisées par plusieurs communautés du Sud Bénin. La consommation de feuilles de *Momordica cissoides* a été signalée dans les communautés Adja-Cotafon et Ani, alors que la consommation de feuilles de *Momordica foetida* se limitait au village de Wellan (communautés Ani à Penessoulou). Quelques agriculteurs soulignent également le rôle médicinal de certaines espèces de cucurbitacées, telles que *Citrullus lanatus* subsp. *mucosospermus*. Les tranches du jeune fruit de cette espèce serait efficace pour soulager les douleurs d'estomac, alors que le **péricarpe**^r des graines, suite à une décoction avec des feuilles d'eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) sont utilisées contre l'épilepsie. Les graines grillées assaisonnées avec du sel et mélangées à de l'eau tiède préviendraient les vomissements.

AGROECOLOGIE ET SYSTEMES DE PRODUCTION

La plupart des espèces de cucurbitacées se cultivent en monoculture ou en association avec d'autres cultures. Dans les zones rurales, *Citrullus lanatus*, *Lagenaria siceraria*, *Cucumeropsis mannii*, *Cucurbit pepo*, *Cucurbita maxima* et *Cucurbita moschata* sont le plus souvent cultivées dans les jardins de case et/ou dans les champs. D'autres espèces, comme *Cucumis sativus*, *Cucurbita pepo* sont également

in Bariba community as well. The utilisation of leaves of *Telfairia occidentalis* in many communities in South Benin was also frequently reported. The consumption of leaves of *Momordica cissoides* was reported in Adja-Cotafon and Ani communities while the consumption of leave of *Momordica foetida* was limited to Wellan village (Ani Communities in Penessoulou). Few farmers also reported the medicinal role of some cucurbit species such as *Citrullus lanatus* subsp. *mucosospermus*. The sliced young fruit of this species is said to heal stomach-aches while the seed coat in decoction with the roots of Eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) is a sedative for epilepsy. The roasted seed, ground with salt is taken with warm water or porridge to prevent vomiting.

AGRO-ECOLOGY AND PRODUCTION SYSTEMS

Most cucurbits species are either cultivated in monoculture or associated with other crops. The widely known cultivation practices include home gardens, plain field in rural areas for species such as *Citrullus lanatus*, *Lagenaria siceraria*, *Cucumeropsis mannii*, *Cucurbit pepo*, *Cucurbita maxima* and *Cucurbita moscha-*

cultivées dans les zones urbaines et périurbaines.

Les cucurbitacées sont produites dans tout le pays, avec des préférences variant suivant les régions (Carte 6.3). Dans les régions centrales, on produit de manière intensive les espèces *Citrullus lanatus*, *Cucumeropsis mannii* et *Lagenaria siceraria*. *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo* et *Cucurbita moschata* se cultivent surtout dans le Borgou et dans l'Alibori ; leur culture persiste également dans quelques champs du Sud-ouest (la région des plateaux). *Cucumis sativus* et *Cucumis melo* sont cultivées dans les zones urbaines et périurbaines de Cotonou, Porto-Novo et Parakou. *Telfairia occidentalis* se cultive au Sud Bénin ; l'espèce se fait rare au Nord de la région centrale. *Luffa acutangula* se produit dans les régions de Donga et d'Atacora. On trouve *Trichosanthes cucumerina* dans les régions du centre jusqu'au Nord du Bénin.

Parmi les cultures d'égusi, celle de *Citrullus lanatus* subsp. *mucosospermus* est toujours la plus répandue, suivie par *Lagenaria siceraria* cv. 'Aklamkpa'. Sur le plateau Adja (région du Sud Ouest) plus de 70 % des agriculteurs préfèrent *Lagenaria siceraria* cv. à *Citrullus lanatus* qui est très peu cultivée. Les agriculteurs qui cultivent *Cucumeropsis mannii* sont également peu nombreux. Étant donné que cette culture se fait souvent en association, les agriculteurs ont du mal à

ta. Other species such as *Cucumis sativus* or *Cucurbita pepo* are mostly found in urban and periurban agriculture.

Cucurbits are grown all over the country but with specific preference according to regions (Map 6.3). Species such as *Citrullus lanatus* (egusi melon), *Cucumeropsis mannii*, *Lagenaria siceraria* are intensively produced in Central regions. *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo* and *Cucurbita moschata* are cultivated mostly in Borgou and Alibori regions; also their cultivation persists in some field in the South-East (Plateau region). *Cucumis sativus* and *Cucumis melo* are considered as horticultural crops and cultivated in urban and periurban areas of Cotonou, Porto-Novo and Parakou. *Telfairia occidentalis* is grown in southern Benin; the species becomes rare above the central region. *Luffa acutangula* is produced in Donga and Atacora regions. *Trichosanthes cucumerina* is found from the central to the northern part of Benin.

Within the Egusi crops, *Citrullus lanatus* subsp. *mucosospermus* remains the most cultivated followed by *Lagenaria siceraria* cv. 'Aklamkpa'. On the Adja-plateau (South-Western region) more than 70 % of informant farmers prefer *Lagenaria siceraria* cv. 'Aklamkpa' to *Citrullus lanatus* which is cultivated by relatively few

estimer les zones destinées à la culture de cette espèce.

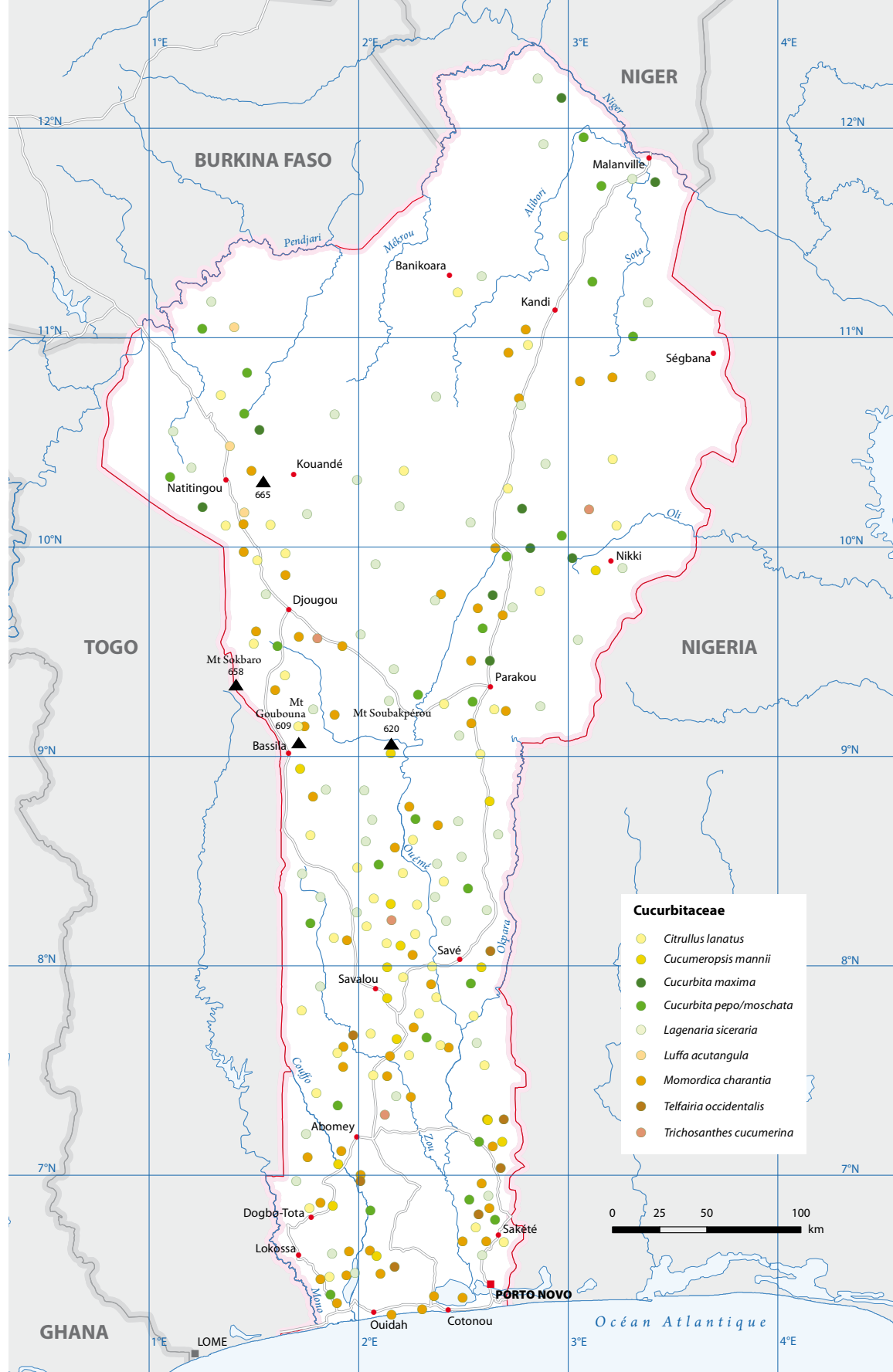
Le choix de egusi à cultiver n'est pas particulier à un sexe. Les hommes et les femmes choisissent leur espèce de manière indépendante.

Dans les jardins, les familles cultivent *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo*, *Citrullus lanatus* subsp. *mucosospermus* et *Lagenaria siceraria* cv. 'Aklamkpa' en monoculture en raison de leur nature rampante. En revanche, *Telfairia occidentalis*, *Trichosantes cucumerina* et *Cucumeropsis mannii* se cultivent en association et requièrent généralement l'utilisation d'un tuteur. Dans les champs, on associe souvent les espèces de cucurbitacées à d'autres cultures, comme le maïs, l'igname, le manioc, le sorgho, voire même le coton. Les agriculteurs ont mis au point plusieurs types d'associations. La méthode habituelle de ces agriculteurs consiste à avancer la date de semis des cultures associées. Les deux cultures peuvent être alors exploitées dans le même champ. Cette pratique a été principalement observée dans la région centrale du Bénin.

Une autre stratégie de répartition des cultures est l'association séquentielle, qui consiste à mettre d'abord en place les cucurbitacées (dans la plupart des cas *Citrullus lanatus*) et ensuite, une deuxième

people. *Cucumeropsis mannii* is cultivated by very few farmers. The estimation of the cultivated areas for this species was difficult for farmers as the crop is usually grow in association. The choice of the Egusi species to cultivate is not gender-specific. Men and women select their species independently. In home gardens *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo*, *Citrullus lanatus* subsp. *mucosospermus* and *Lagenaria siceraria* cv. 'Aklamkpa' are cultivated in monoculture because of their creeping habit. *Telfairia occidentalis*, *Trichosantes cucumerina* and *Cucumeropsis mannii* are in contrary cultivated in association and usually request the use of stalk. In field cucurbit species are often associated with other crops such as maize, yam, cassava, sorghum or even cotton crop. There are various types of associations developed by farmers. The usual mode is when farmers bring forward the sowing date of associated crops. The two crops could then evolve on the same field. We observed this practice mostly in the Central region.

Another cropping strategy is the sequential crop association where farmers sow a cucurbit crop first (in most cases *Citrullus lanatus*) and then a second crop at the harvest. This is common



Carte 6.3: Zones de production de cucurbitacées dans les régions écologiques du Bénin.

Map 6.3. Cucurbits production areas in ecological regions of Benin.

culture au moment de la récolte. Cette pratique est courante au Nord Ouest du pays, où les agriculteurs intercalent les cultures egusi avec celles du coton ou du sorgho. Ce système de culture n'est pas très répandu, bien que les agriculteurs reconnaissent que cultiver *Citrullus lanatus* avant de cultiver le coton à un effet fertilisant sur la prochaine culture. Dans les jardins de case et dans les champs, *Cucumeropsis mannii*, se cultive de manière éparses en association avec d'autres cultures.

Bien que ceci ne soit pas directement ni clairement établi, les agriculteurs suivent une méthode de rotation en incluant des espèces de cucurbitacées. Dans les régions du Nord, la culture d'egusi s'alterne avec la culture de tabac lorsque celui-ci est planté dans les jardins de case. Quel que soit le système de répartition des cultures, les agriculteurs n'utilisent aucun fertilisant ni aucun **pesticide**⁷ pour cultiver les cucurbitacées, à l'exception des zones urbaines et périurbaines (par exemple, pour *Cucumis sativus*).

in the north-western part of the country where farmers inter-crop Egusi with cotton or sorghum crop. This cropping system is not widespread although farmers recognize that growing *Citrullus lanatus* before a cotton crop has a fertilizing effect on the next crop. In home gardens or in plain field, *Cucumeropsis mannii* is associated with other crops and is rather scattered on the plot.

Although this is not straightforward and clearly established, farmers adopt some rotation practices including cucurbit species. In the northern regions Egusi is rotated with tobacco crop when cultivated in home gardens. Whatever the cropping system is, farmers do not use any **fertilisers**⁷ or pesticides for cucurbit crops, only in urban and periurban agriculture (e.g. for *Cucumis sativus*).

6.7

Culture de momordica

Enoch ACHIGAN-DAKO
Sognigbé N'DANIKOU
Adam AHANCHEDE

INTRODUCTION

Momordica charantia L. (Cucurbitaceae), connue sous le nom de Yinsinkin ou Kpalari parmi quelques groupes sociolinguistiques du Bénin, est une espèce de Cucurbitaceae paléotropicale, qui se cultive dans de nombreuses régions d'Asie. L'espèce évolue à l'état sauvage dans quasiment tous les pays d'Afrique y compris le Bénin. Cette plante herbacée[?] monoïque annuelle rampante ou grimpan- te avec des tiges de 5 m de longueur, donne des fleurs axillaires jau- nes soutenues sur le pédoncule par une bractée sessile ; les feuilles alternes et fortement palmées se divisent jusqu'au-delà de leur mi- lieu en cinq ou sept lobes légèrement dentelés sur les bords ; les fruits, verdâtres au début présentent une surface parsemée d'énor- mes verrues.

Dans une étude récente menée en Afrique de l'Ouest, *Momordi- ca charantia* a été divisé en deux sous-espèces déterminées par la

morphologie des feuilles. Les feuilles de *Momordica charantia* de la sous-espèce *charantia* sont divisées jusqu'au-delà de leur milieu et présentent une base lobée centrale, alors que chez *Momordica cha- rantia* sous-espèce *macroloba* les lobes ne sont pas divisés au-delà du milieu de la feuille, et la base lobée centrale est plus large (Fig. 6.31 et Fig. 6.32).

ÉCOLOGIE ET DISTRIBUTION

En Afrique de l'Ouest *Momordica charantia* évolue généralement dans les forêts tropicales de faible altitude et dans les zones boisées avec un régime de précipitations élevé. *Momordica charantia* sous- espèce *macroloba* évolue dans le **Dahomey Gap**[?] et dans les régions soudano-guinéennes du Bénin et du Togo et partage la même niche écologique que la sous-espèce *charantia* (Carte 6.4). Cependant, la zone de distribution de la sous-espèce *macroloba* est plus restreinte et on ne la trouve dans aucune des autres forêts visitées ni dans les zones soudaniennes du Sénégal ou du Mali.

DIVERSITÉ ET VARIATION DE LA POPULATION

Bien que des facteurs comme l'épaisseur du péricarpe et la lon- gueur du tubercule varient en fonction des conditions écologiques,

charantia subsp. *macroloba* showing lobes not divided beyond the middle of the leaves with a wider central lobe basis ((Fig. 6.31 and Fig. 6.32).

Growing momorcdica

INTRODUCTION

Momordica charantia L. (Cucurbitaceae), known as Yinsinkin or Kpalari in some sociolinguistic groups in Benin, is a paleotropi- cal cucurbit species, which is cultivated in many regions of Asia. The species occurs wild in almost all countries of Africa includ- ing Benin. It is a monoecious annual climber or trailing herb with stems up to 5 m long, bearing yellow axillary flowers that are subtended by a bract on the peduncle; the leaves are alter- nate, simple, deeply palmated and lobed to about beyond the middle with the margin of the lobes more or less sinuate; the fruits are muricate when young, with irregular lines of warts. In a recent study in West Africa, *Momordica charantia* has been split into two subspecies based on leaf morphology: *Momordi- ca charantia* subsp. *charantia* showing leaves divided beyond the middle with a narrow central lobe basis and *Momordica*

ÉCOLOGY AND DISTRIBUTION

In West Africa *Momordica charantia* occurs usually in lowland rain forest and wooded areas with higher rainfall. *Momordica charantia* subsp. *macroloba* occurs in the **Dahomey Gap**[?] and in the Sudano-Guinean regions of Benin and Togo and shares the same macro-ecological niche with the subsp. *charantia* (Map 6.4). However, subsp. *macroloba* showed a smaller distri- bution area, as it was neither found in any of the other visited forests, nor in the Sudanian regions in Senegal and Mali.

DIVERSITY AND POPULATION VARIATION

Although characters such as **pericarp**[?] thickness and tubercle height vary according to ecological conditions, fruit size, how- ever, is uniform across **habitats**[?] and ecological zones in West Africa and is, thus, not a good trait for characterization in wild populations.

The phenetic analysis of wild populations of *Momordica*

la taille du fruit est en revanche uniforme dans tous les habitats⁷ et dans toutes les zones écologiques de l'Afrique de l'Ouest, et ne constitue donc pas un trait valable pour la caractérisation des populations évoluant à l'état sauvage.

L'analyse phénétique des populations de *Momordica charantia* à l'état sauvage fournie des informations utiles sur la structure des populations dans les régions phytogéographiques de l'Afrique de l'Ouest. Les traits des feuilles ont dévoilé des variations de ces caractéristiques parmi les populations de l'Afrique de l'Ouest et montré que les différences observées entre *Momordica charantia* sous-espèce *charantia* et la sous-espèce *Macroloba* étaient consistantes parmi les différentes régions écologiques.

Les analyses de huit combinaisons d'amorces de taille de fragments amplifiés (AFLP⁷), ont révélé que les sous-espèces décrites de *Momordica charantia* ne se distinguent pas en raison du flux génétique se produisant notamment dans le Dahomey Gap et dans la région soudano-guinéenne, lorsque les deux taxons évoluent à proximité. En revanche, la séparation évidente entre les populations de la zone phytogéographique soudanienne moins humide et les populations

charantia provides useful information on the morphological structure of the populations in the West African phytoregions. Leaf traits indicated variation in these characters among the West African populations and found the observed differences between *Momordica charantia* subsp. *charantia* and subsp. *macroloba* consistent among different ecological regions.

Analyses of eight combinations of Amplified Fragment Length Polymorphism data clearly showed that the described subspecies of *Momordica charantia* are genetically not much differentiated, with some **gene flow**⁷ occurring particularly in the Dahomey Gap and the Sudano-Guinean region when both taxa grow in close proximity. Unexpected was however the clear

Fig. 6.31: *Momordica charantia* ssp *charantia* EAC

Fig. 6.32: *Momordica charantia* ssp *macroloba* EAC

Fig. 6.33: *Momordica charantia* ssp *charantia* et *Momordica charantia* ssp *macroloba* dans le même habitat. | *Momordica charantia* ssp. *charantia* and *Momordica charantia* ssp. *macroloba* in the same habitat. EAC



du Sud plus humide (guinéo-congolaise et soudano-guinéenne) était peu probable.

BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

Momordica charantia fleurit en saison pluvieuse (d'avril à juillet / de septembre à novembre). La période de floraison peut durer jusqu'à six mois. Le développement du fruit et sa maturation se produisent vers la fin de la saison des pluies (un à trois mois après la floraison), bien que certains individus portent de fruits plus longtemps. Les doutes persistent quant à la germination et la longévité des semences chez *Momordica charantia*. Les pousses émergent entre 5 et 7 jours après l'ensemencement, à condition de lever la dormance. Davantage de recherches sont nécessaires pour comprendre les mécanismes pour casser la forte dormance observée chez cette espèce. L'élongation de la tige commence au bout de deux semaines, suivie par le développement des tiges latérales. La floraison commence avec les fleurs mâles cinq ou six semaines après l'ensemencement, tandis que les fleurs femelles n'apparaissent que dix jours plus tard. Ce sont les insectes (par ex, les abeilles) qui assurent la **pollinisation**⁷. La récolte constante de tous les fruits jeunes prolonge la durée de végétation.

separation between populations from the drier Sudanian phytogeographical area and the populations in the wetter south (Guineo-Congolian and Sudano-Guinean).

REPRODUCTIVE BIOLOGY

Momordica charantia bears flowers in rainy seasons (April to July and/or September to November). The flowering period can last about six months. Fruit development and maturation occur toward the end of the rainy seasons (one to three months after flowering), although some individuals bear fruit for longer. Germination and seed longevity in *Momordica charantia* is not well understood yet. Seedlings emerge 5–7 days after sowing, provided dormancy is broken. Mechanisms to break the very hard dormancy observed in the species need further investigations. Stem elongation starts after two weeks, followed by the development of lateral stems. Flowering starts with male flowers five to six weeks after sowing, while female flowers appear ten days later. The **pollination**⁷ is assured by insects (e.g. bees). Continuous harvesting of all young fruits prolongs crop duration.

UTILISATION ET PROPRIETES BIOCHIMIQUES

Au Bénin, *Momordica charantia* est essentiellement utilisée comme plante médicinale. On l'utilise pour le traitement du diabète et du paludisme. Elle serait également utilisée comme abortif au Bénin. En Afrique de l'Ouest, on utilise aussi la plante comme antipyrétique, sous forme de lavage ou en boisson. Au Togo, *Momordica charantia* est l'une des plantes médicinales les plus importantes, aussi bien pour les rituels que dans les pratiques ethno médicinales. L'espèce serait aussi consommée comme légume feuille au Bénin et au Sénégal.

Au Bénin, on peut acheter sur certains marchés des bottes de feuilles et de fruits pour une utilisation médicinale. Les plantes consommées comme légume feuille se cueillent à l'état sauvage dans des zones vagues et inhabitées (on les cueille parfois dans les jardins de case) près des habitations.

La composition biochimique des jeunes fruits et des feuilles fraîches (Tab. 6.15) révèle que les feuilles sont plus riches en éléments chimiques que les jeunes fruits.

Certaines protéines aux effets pharmacologiques ont été isolées chez *Momordica charantia*. Par exemple α -momorcharine et

UTILISATION AND BIOCHEMICAL PROPERTIES

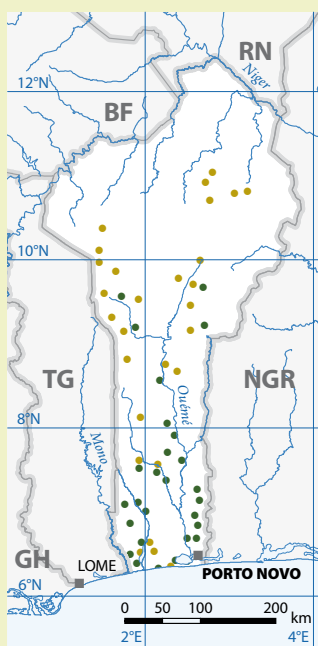
The primary utilization of *Momordica charantia* in Benin is as medicinal plant. It is used to treat diabetes and malaria. It is also reported as abortifacient in Benin. In West Africa the plant is also used as febrifuge either by washing or drinking. In Togo *Momordica charantia* is one of the most important local medicinal plants both for ritual and ethno-medicinal practices.

The consumption of the species as leafy vegetable was reported in Benin and Senegal as well.

Leaves and fruits are sold in bunches at some local markets in Benin essentially as medicinal resource. For use as leafy vegetable, the plant is usually collected from the wild in open or unoccupied areas (sometimes from home gardens) around the household.

Biochemical composition of young fruit and fresh leaves (Tab. 6.15) revealed that leaves are richer than young fruits for most elements.

Some proteins with pharmacological effects have been isolated from *Momordica charantia*. For instance α -momorcharin and β -momorcharin, from seeds of *Momordica charantia*, show



Momordica charantia

- spp. *charantia*
- spp. *macroloba*

Carte 6.4: Distribution de *Momordica charantia* au Bénin.

Map 6.4: Distribution of *Momordica charantia* in Benin.

β -momorcharine, à partir des graines de *Momordica charantia*, montrent un effet hépatotoxique sur des cellules hépatiques isolées de rats. D'autres immunotoxines ont été obtenues en connectant la protéine inactivant le ribosome de type 1 momordine I aux antibiotiques spécifiques de plusieurs lignées cellulaires. Ces immunotoxines inhibent considérablement le développement *in vitro*. Ce

traitement, seul ou combiné avec un cytostatique général, inhibe de manière significative le développement de tumeur *in vivo*, par ex. chez les souris.

Tab. 6.15: Propriétés biochimiques des jeunes fruits et des feuilles (pour une portion consommable de 100 g) de *Momordica charantia*.
Biochemical properties of young fruit and leaves (100 g edible portion) of *Momordica charantia*.

		Jeune fruit Young fruit	Feuilles fraîches Fresh leaves
Eau	Water	94,0 g	89,3 g
Énergie	Energy	71 kJ (17 kcal)	126 kJ (30 kcal)
Protéines	Protein	1,0 g	5,3 g
Graisses	Fat	0,2 g	0,7 g
Glucides	Carbohydrate	3,7 g	3,3 g
Fibre alimentaire	Dietary fiber	2,8 g	-
Ca	Ca	19 mg	84 mg
Mg	Mg	17 mg	85 mg
P	P	31 mg	99 mg
Fe	Fe	0,4 mg	2,0 mg
Zn	Zn	0,8 mg	0,3 mg
Vitamine A	Vitamin A	380 IU	1734 IU
Thiamine	Thiamin	0,04 mg	0,18 mg
Riboflavine	Riboflavin	0,04 mg	0,36 mg
Niacine	Niacin	0,40 mg	1,11 mg
Acide folique	Folate	72 μ g	128 μ g
Vitamine C	Ascorbic acid	84 mg	88 mg

a hepatotoxic effect on isolated rat hepatocytes. Other immunotoxins were obtained by linking the type 1 ribosome-inactivating protein momordin I to antibodies specific to various cell lines. These immunotoxins significantly inhibit tumour development *in vitro*. The treatment alone, or in combination with a general cytostatic significantly inhibits tumour development *in vivo*, e.g. in mice.

CONSERVATION PRACTICES AND PROMOTION EFFORTS

No specific conservation strategies were developed for *Momordica charantia*. Local cultivars are on the verge of extinction as they are being replaced by commercial ones imported from Asian countries. However, in West Africa this species is mostly a wild plant and occurs frequently in the Guineo-Congolian centre of **endemism**². Wild plants of *Momordica charantia* however exhibited low germination percentages and ex

MOYENS DE CONSERVATION ET STRATEGIES DE PROMOTION

Aucune stratégie de conservation spécifique n'a été conçue pour *Momordica charantia*. Les cultivars locaux sont en voie de disparition alors qu'ils sont remplacés par d'autres plus rentables importés de pays asiatiques. Cependant, en Afrique de l'Ouest cette espèce reste essentiellement une plante sauvage et pousse couramment dans le centre d'**endémisme**⁷ guinéo-congolais. Les plantes sauvages de *Momordica charantia* présentent de faibles pourcentages de germination et les conditions de conservation *ex situ* ne sont pas encore mises au point. La meilleure approche en matière de conservation tenant compte de la situation est plutôt une stratégie complémentaire bien réfléchie, moyennant laquelle les graines se conservent *ex situ* et les populations évoluant dans leur milieu naturel *in situ*.

En raison de ses nombreuses utilisations, la plante est généralement épargnée lors des défrichements de terrain, et préservée lorsqu'elle pousse près des maisons. Ces pratiques, qui sont courantes au Bénin et dans d'autres communautés de l'Afrique de l'Ouest, devraient être renforcées de deux manières :

1. En renforçant les efforts de conservation des zones naturelles

situ conservation conditions are yet to be reported. The best conservation approach in this situation is rather a well-thought complementary strategy whereby seeds are conserved *ex situ* and extant populations *in situ*.

For utilization purposes the plant is spared during land clearance or preserved when it grows around dwellings. These practices which are common in Benin and in other West African communities need to be reinforced in two ways:

1. Promote conservation efforts of natural reserves where the species occurs;
2. Promote the utilization of the species by valorising the derived products (i.e. processing for food and health).

The promotion of derived products should be backed up with the development of cultivation practices (strengthening of domestication practices) to avoid over-harvesting for commercialization of plants collected in the wild. Special emphasis needs to be put, however, on subsp. *macroloba* and the Sudanian populations which variously appear to have adapted to drier areas. Such resources are potentially interesting as primary candidates when it comes to identify a drought resistant gene pool.

où évolue l'espèce ;

2. En favorisant l'utilisation de ces ressources en augmentant la valeur ajoutée des produits dérivés (par ex. fabrication de produits dérivés à des fins alimentaires et de santé).

La promotion des produits dérivés devrait s'accompagner d'une amélioration des méthodes de culture (poursuite du processus de domestication) pour limiter la récolte excessive des plantes sauvages à des fins commerciales. Cependant, il serait nécessaire de porter une attention particulière à la sous-espèce *macroloba* et aux populations soudaniennes, qui sembleraient s'être adaptées à des zones plus arides. Ce type de ressources constitue un intérêt potentiel intéressant au moment d'identifier un ensemble génétique résistants à la sécheresse.

6.8

Culture du fonio

Hubert ADOUKONOU-
SAGBADJA
Alexandre DANSI
Wolfgang FRIEDT

INTRODUCTION

Le fonio est une importante céréale à petits grains cultivé pour la consommation depuis des temps préhistoriques dans les zones de savane en Afrique de l'Ouest. Deux espèces (*Digitaria exilis* et *D. iburua*) y sont domestiquées et cultivées. En plus d'autres céréales tel que le vrai mil, le mil de Guinée et le riz africain, la culture du fonio joue un important rôle dans l'émergence et le développement de l'agriculture traditionnelle en Afrique de l'Ouest. Jadis une culture prédominante, la culture du fonio est largement marginalisée de nos jours dans beaucoup de pays où il est cultivé à cause du caractère difficile de sa culture et de sa transformation, de la forte concurrence des cultures de rente comme le coton ou le maïs et de l'absence de variétés améliorées. En raison de sa résistance à la sécheresse, le fonio est à présent perçu comme culture prioritaire pour l'avenir

Growing fonio millets

INTRODUCTION

Fonio millets are important small-grained cereals grown for food since the prehistoric times in the savanna zone of West Africa. The crops include two domesticated species (*Digitaria exilis* and *D. iburua*), both indigenous to the region. Besides other grains such as pearl millet, Guinea millet and African rice, fonio crops have played a central role in the emergence and development of traditional agriculture in West Africa. Once prominent crops, fonio millets have been largely marginalized in many growing countries because of the tediousness of their cultivation and processing, strong competition from cash crops such as cotton or maize and absence of modern varieties. Because of their exceptional tolerance to drought fonio millets are now viewed as priority crops of the future for local agriculture in the current context of global warming and **climate change**[?].

de l'agriculture locale dans le contexte actuel de réchauffement et des changements climatiques.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA CULTURE

Le Fonio appartient à la famille des Poaceae, sous famille des Panicoideae, à la tribu des Paniceae et au genre des *Digitaria* Haller. Ce genre comprend 230 à 325 espèces annuelles et pérennes largement réparties dans les tropiques et sous-tropiques. Les espèces de fonio sont celles qui présentent les plus grandes importances économiques dans le genre. Elles sont des plantes C_4 de tallage facile et des plantes **herbacées**[?] avec des chaumes droits, minces et glabres. *D. exilis* peut généralement mesurer jusqu'à 80 cm tandis que *D. iburua*, un peu plus grand, peut atteindre 1,5 m. Les feuilles sont glabres avec une base engainante et une partie distale en forme de ruban. Leur inflorescence est une panicule de 2 à 6 (*D. exilis*) ou de 4 à 10 racèmes digités de 5 à 12 cm de long. *D. iburua*, le racème le plus bas est un peu éloigné des autres. L'épillet comporte deux fleurons hermaphrodites dont l'un est stérile tandis que celui d'en haut est fertile et compte trois étamines ayant des anthères jaunâtres, deux glumellules et des stigmates de couleur rose ou pourpre. Le grain est un caryopse refermé dans deux enveloppes (un lemme

BOTANICAL DESCRIPTION OF THE CROPS

Fonio millets belong to Poaceae family, sub-family of Panicoideae, tribe of Paniceae and the genus *Digitaria* Haller. This genus comprises 230-325 annual and **perennial**[?] grass species with a wide geographic distribution in the tropics and subtropics. Fonio species are the most economically important millets in the genus. They are C_4 [?], free-tillering and annual **herbaceous**[?] plants with erect, slender and glabrous culms. *D. exilis* is usually up to 80 cm tall while *D. iburua*, a little taller, can reach 1.5 m. The leaves are glabrous with proximal sheathing base and distal strap-shaped blade. Their inflorescence is a finger-shaped panicle having 2-6 digitate (*D. exilis*) or 4-10 sub-digitate (*D. iburua*) racemes of 5-12 cm long. In *D. iburua*, the lowest raceme is somewhat distant from the remaining. The spikelet contains two bisexual florets with the lower sterile whilst the upper is fertile having three stamens with yellowish anthers, two lodicules and pink or purplish stigma. The grain is a caryopsis tightly enclosed within two brown husks (upper lemma and palea). In *D. iburua*, the husks are intensively dark-brown, hence its common name of black fonio in contrast to *D. exilis* known as fonio or white fonio. Grains are tiny (0.9-1.8 mm long, 0.6-

supérieur et une glumelle supérieure). *D. iburua*, les enveloppes sont d'une couleur marron foncé, d'où leur appellation courante de fonio noir par rapport au *D. exilis* connu comme fonio ou fonio blanc. Les graines sont petites (0,9-1.8 mm long, 0,6-1.0 mm de diamètre) ; 1 000 grains pèsent entre 0,5 et 0,6 g. Au sein de chaque espèce, diverses variétés ayant un cycle de croissance variant entre 60 et 130 jours sont reconnues par les cultivateurs.

CULTURE ET UTILISATION DU FONIO AU BENIN

Zones de cultures du fonio et situation de la production

Le Bénin fait partie des pays qui produisent de faible quantité de fonio en Afrique de l'Ouest. La culture du fonio se confine dans la partie Nord Ouest du pays et se limite aux Départements de l'Atacora et de la Donga (Carte 6.5) caractérisés par un climat tropical sec avec une saison sèche de sept mois. La moyenne annuelle des précipitations est d'environ 1 000 mm avec une température annuelle qui varie entre 27 °C et 40 °C dans la journée. Les sols dans les zones de culture sont ferrugineux sans concrétion et peu fertiles. Les principaux groupes ethniques impliqués dans la culture du fonio au Bénin sont les Ditamari, les M'berme, les Wama, les Lamba

1.0 mm in diameter) with 1 000 weighting 0.5-0.6g. Within each species, diverse varieties with a growth cycle varying from 60 to 130 days are recognized by farmers.

FONIO CULTIVATION AND UTILIZATION IN BENIN

Fonio growing areas and production status

Benin is among the low producing countries of fonio in West-Africa. Fonio cultivation is confined to the North-Western part of the country covering the Province of Atacora and Donga (Map 6.5) characterized by dry tropical climate with a seven month dry period. Mean annual rainfall in the area is approximately 1,000 mm with mean annual temperature ranging from 27 °C to 40 °C during the day. The soils in the growing areas, less fertile, are ferruginous without concretion. The main ethnic groups involved in fonio cultivation in Benin include Ditamari, M'berme, Wama, Lamba and Natimba. Fonio production represents only 2 % of the national cereal production and 6 % at the Province level. In 2005/2006, the national production is estimated at 1 884 tons from 3 216 ha harvested area. The major production is achieved in Boukoumbé district (about 65 % of

et les Natimba. La production du fonio ne représente que 2 % de la production nationale de céréale et 6 % au niveau départemental. En 2005/2006, la production nationale est estimée à 1884 tonnes sur une zone de récolte de 3216 hectares. L'essentiel de la production est fait dans la commune de Boukoumbé (environ 65 % du total des surfaces cultivées) suivi respectivement des communes de Coby (20 %) et de Natitingou (10 %). La production dans les autres communes est minime et quelque peu en baisse constante. La figure 6.34 représente l'évolution générale de la surface totale consacrée aux cultures au cours de la dernière décennie. Les rendements sont faibles (500-600 kg/ha) et sont très fortement tributaires des aléas du climat.

Usages traditionnels

Le fonio est essentiellement cultivé pour la consommation humaine. C'est une culture importante pour la sécurité alimentaire des ménages étant donné que les grains peuvent être conservés pendant plusieurs années sans être attaqués par les insectes. Il est utilisé comme denrée de consommation courante par tous les groupes ethniques qui le cultivent. Il est très apprécié pour ses grains nutritifs, délicieux et digestes. Le grain contient 9 à 12 % de protéines et

the total cultivated areas) followed respectively by Coby (20 %) and Natitingou districts (10 %). The production in other districts is minimal and in somewhat constant decrease. The figure 6.34 presents the general evolution of total surface devoted to the crops during the last decade. Yields are low (500-600 kg/ha) and are greatly influenced by climate hazards.

Traditional uses

Fonio is essentially grown for human consumption. It is an important household food security crop as the grains can be conserved many years without insect damage. It is used either as a staple or co-staple food by all of the ethnic groups which grow the crops. It is widely appreciated for its nutritious, tasty and easily digestible grains. The grain is known to contain 9-12 % protein that is advantageously rich in methionine and cystine, two essential amino-acids that lack in the major cereals. Fonio grain is consumed in various ways in West Africa. In Benin its traditional dishes include paste, porridge and couscous. The utilization of fonio grain in brewing traditional beer is not reported. The chaff and straw are valued by-products for animal feeding. Aside these usages, fonio is associated to the cultural and

est riches en L-méthionine et cystine, deux amino-acides qui n'existent pas dans les principales céréales. Le fonio se consomme de diverses manières en Afrique de l'Ouest. Au Bénin, les plats traditionnels préparés avec le fonio sont entre autres la pâte, la bouillie et le couscous. Il n'existe pas de cas connu de l'utilisation du fonio dans la fabrication de la bière traditionnelle. Les sons et la paille sont utilisés dans l'alimentation des animaux. En plus de ces usages, le fonio a des significations culturelles et religieuses au niveau des cultivateurs, notamment chez les Ditamari et les Lamba.

Pratiques agricoles et système de semence au Bénin

Le système de production dans la zone de culture est étroitement associé à la culture traditionnelle conditionnée par les pluies ; la culture se pratique exclusivement sur des sols difficiles. Le fonio se cultive habituellement dans un système de rotation dans lequel il occupe la dernière place après le sorgho ou le vrai mil. Il est souvent cultivé seul ou en association avec d'autres cultures comme le gombo (*Hibiscus esculentus* L.), la roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) et le pois d'angole (*Cajanus cajan* L.). La préparation du sol est simple et se limite à un léger binage. La méthode de semis utilisée par les cultivateurs est celle du semis à la volée.

religious traditions of farmers, mainly in Ditamari and Lamba ethnic groups.

Agricultural practices and seeds system in Benin

Farming system in the growing area is closely associated with traditional rain-fed cultivation which takes place exclusively in marginal soil conditions. Fonio is commonly grown in rotation system in which it occupies the last place after sorghum or pearl millet. It is almost exclusively grown as pure culture with some rare associations with Okra (*Hibiscus esculentus* L.), Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) and Pigeon pea (*Cajanus cajan* L.). Soil preparation is minimal limiting to slight hoeing. The sowing method practised by the farmers is seeds broadcasting. Field size is generally under 0.5 ha but larger fields can be observed, especially in Boukoubé district. The weeding is performed manually by women 4 to 5 weeks after sowing (Fig. 6.35). **Pesticides** and **fertilisers** are not applied by farmers and information on mineral requirements is yet lacking on fonio. At maturity, fonio straws are cut using home knives. Threshing is done by trampling the dry straw and the harvested fonio grains, after three to four days drying (Fig. 6.36), are stored in a granary.

La superficie du champ est généralement moins d'un demi hectare mais il existe des champs de plus grandes dimensions, notamment dans la commune de Boukoubé. Le désherbage est fait manuellement par les femmes 4 à 5 semaines après le semis (Fig. 6.35). Les cultivateurs n'utilisent pas de **pesticides**, ni de fertilisants ; les informations sur les besoins en minéraux du sol pour la culture du fonio ne sont pas encore disponibles. Lorsqu'il arrive à maturité, les pailles du fonio sont coupées avec des couteaux de cuisine. Le battage se faisait en piétinant la paille sèche et les graines de fonio récoltées, après un séchage de trois à quatre jours (Fig. 6.36), sont stockées dans un grenier. Selon les cultivateurs, la durée du stockage est d'environ 5 à 10 ans, mais la viabilité de la semence (taux de germination) diminue considérablement après deux ans de stockage. Les semences de fonio destinées au semis la saison suivante sont généralement prélevées sur le nouveau stock récolté et conservées séparément du reste destiné à satisfaire les besoins des foyers. La quantité de semences réservées par le producteur dépend de ses besoins pour l'année suivante et peut varier de 10 à 50 kg. En cas d'insuffisance, les cultivateurs reçoivent également des semences des parents et amis dans le cadre d'une assistance mutuelle. Les paysans

According to farmers the storage duration is about 5-10 years but the seed viability (germination rate) decreases considerably after 2 years of storage.

Fonio seeds destined to be sown the next season are generally taken from the new harvested stock and stored separately from the remaining part destined to household needs. The quantity of seeds reserved per producer depends on his/her needs for the following year, and can vary between 10 to 50 kg. In case of shortfall, farmers also acquire planting seeds from relatives and friends by mutual assistance. Buying planting seeds from open market is not practiced by the farmers because of possible seed mixture of different landraces.

Problems associated with fonio production in Benin

Diverse problems related to the difficulty in weeding (complicated by wild relatives of the crops), harvesting (due to heavy lodging) and post-harvest (husking is time consuming) are reported as major constraints. Pests and diseases are not common. Recently two insect pests attacking the shoots but yet not clearly identified with precision are reported.

évitent de payer les semences dans les marchés pour éviter le risque de faire servir des semences mélangées de différents cultivars.

Problèmes associés à la production du fonio au Bénin.

Les divers problèmes liés à la production sont relatifs aux difficultés de désherbage (complicées par des espèces sauvages parentes des cultures), de récolte (due à une verse importante) et de post récolte (le décorticage prend du temps). Les insectes ravageurs et les maladies ne sont pas fréquents. Il a été récemment signalé deux insectes ravageurs qui attaquent les pousses, mais ils n'ont pas encore été clairement identifiés.

RESSOURCES GENETIQUES ET UTILISATION

Especies de fonio utilisées par les cultivateurs

Le germoplasme du fonio abonde en Afrique de l'Ouest. Environ une douzaine de variétés locales et traditionnellement regroupées

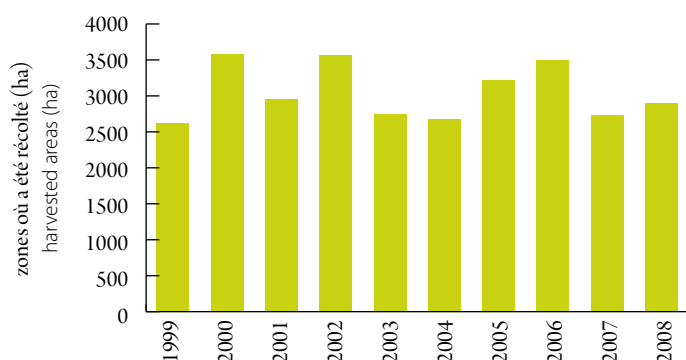
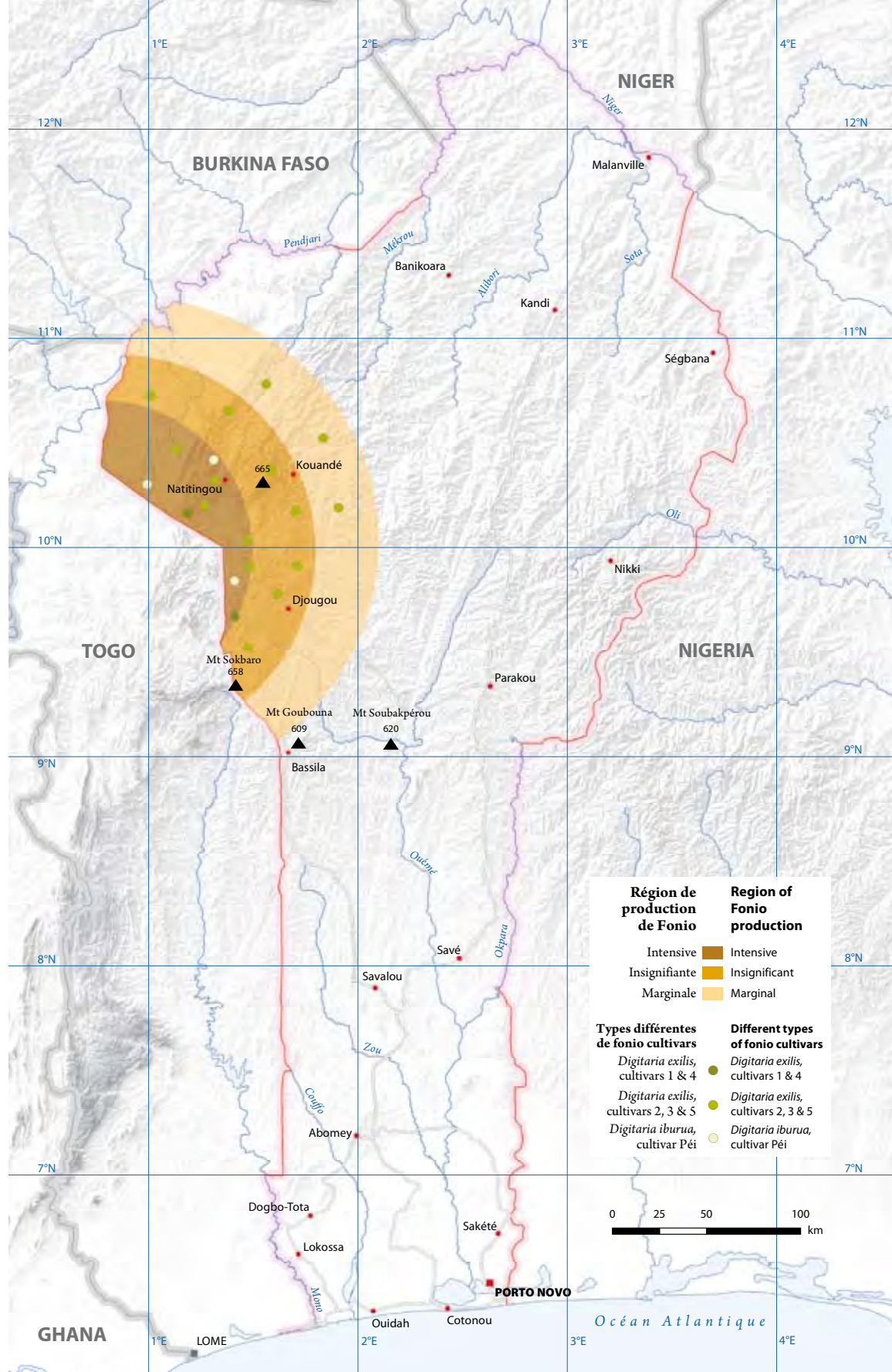


Fig. 6.34: Evolution des zones surfaces récoltées (ha) du fonio au Bénin au cours de la dernière décennie. | Evolution of harvested areas (ha) of fonio in Benin the last decade. (FAOSTAT 2007)

FONIO GENETIC RESOURCES AND UTILIZATION

Fonio landraces in use by farmers

Fonio germplasm is abundant in West Africa. In Benin, a dozen of farmer-named fonio landraces traditionally grouped in five different **morphotypes**⁷ are grown in Benin. Correspondence between local names in different ethnic groups as well some distinctive characteristics reported by farmers are listed in table 6.16. The landraces Iporlapiah, Iporlahouan, and Iporni are the most common fonio varieties found in the growing area while the two other (Yôrô and Tamaou) are grown in limited extent



Carte 6.5: Zones de cultures du fonio au Bénin.

Map 6.5: Growing areas of fonio millets in Benin.

en cinq différents **morphotypes**⁷ par les cultivateurs sont cultivées au Bénin. La correspondance entre les noms locaux dans les différents groupes ethniques ainsi que quelques caractéristiques distinctives rapportées par les cultivateurs sont présentées dans le tableau 6.16. Iporlapiah, Iporlahouan et Iporni sont les variétés de fonio les plus fréquemment rencontrées dans la zone de culture tandis que deux autres (Yòrò and Tamaou) sont cultivées dans une moindre mesure par les paysans Lambas qui vivent dans les villages de Dipoli et de Korontière (Commune de Boukoumbé). Comme au Togo, la tribu Lamba apparaît aujourd'hui comme celle des plus grands conservateurs de la diversité du fonio au Bénin, suivie respectivement des Ditamari et M'bermè (trois variétés locales). Les tribus Wama et Natimba n'utilisent que deux types de cultivars. Les noms locaux Ipoaga (Ditamari), Péi (Wama), Poaji (Natimba), Ipoé (M'bermè) et Afiòhoun (Lamba) sont des noms communs des cultures dans des groupes ethniques différents et ne représentent donc pas des variétés locales particulières. En outre, les races locales Inoura et Waaro (*D. iburua*) ont, selon les cultivateurs, disparu de la zone de production, en raison de la dureté de leur son qui est difficile à extraire par pilage traditionnel au mortier.

Collecte du germoplasme

La collecte du germoplasme a été effectuée sur toute la zone de culture au Bénin. Le germoplasme mis en commun, regroupant environ 50 accessions, est conservé dans une chambre froide à la station de Niaouli par l'INRAB.

Diversité des caractères agro-morphologiques du germoplasme du fonio.

L'identification taxonomique des variétés de fonio a confirmé l'existence des deux espèces de fonio au Bénin. Deux échantillons portant le nom commun Péi (*D. iburua*) se trouvent dans la collecte ; toutes les autres accessions proviennent de *D. exilis*. L'évaluation agromorphologique a révélé des variations significatives entre les variétés pour la plupart des seize traits évalués (Tab. 6.17). Bon nombre de ces différences, parmi lesquelles on note, entre autres, le nombre de jours à la floraison / la maturité, le rendement en termes de panicules / graines, présente de très grands écarts.

En général, le fonio du Bénin pousse très haut (jusqu'à 100 cm), fleurisse avec retard (64 à 92 jours) et il produit beaucoup de talles (jusqu'à 197). Les panicules se déploient bien (11 à 15 cm) avec environ dix épillets par cm de racème. *D. iburua* a une performance

by Lambas farmers living in Dipoli and Korontière villages (Boukoumbé District). As in Togo, Lamba tribe appears today the most important fonio diversity curators in Benin followed respectively by Ditamari and M'bermè communities (three types of landraces). Wama and Natimba tribes use only two types of cultivars. The local names Ipoaga (Ditamari), Péi (Wama), Poaji (Natimba), Ipoé (M'bermè) and Afiòhoun (Lamba) are generic names of the crops in the different ethnic groups and do not then represent any specific landrace. Besides, the landraces Inoura and Waaro (*D. iburua*) are reported by the farmers as disappeared from the production area due to the hardness of their bran that is not easy to dehusk by traditional pounding with mortar.

Germplasm collection

Germplasm collection covering the whole growing area has been made in Benin. The pooled germplasm, including about 50 accessions, is maintained in cooled chamber at Niaouli station by National Agricultural Research Centre (INRAB).

Fig. 6.35: Déserbage d'un champ de fonio par des femmes Wama proche de la ville de Boukoumbé. | Weeding fonio field by Wama women near Boukoumbé. HAD



Fig. 6.36: Séchage des semences de fonio par des femmes Ditamari à Korontière (dans la commune de Boukoumbé), au Bénin. | Drying fonio seeds by Ditamari women in Korontière (Boukoumbé district), Benin. HAD



meilleure à *D. exilis* pour ce qui concerne le rendement et les caractéristiques liées à la production, exception faite du nombre de talles productives et de la masse des grains. En outre, les accessions de *D. exilis* fleurissent plus rapidement et arrivent à maturation plus tôt que les accessions de *D. iburua*. La comparaison du développement phénologique des cultures au Bénin et en Allemagne pendant l'été a révélé des différences significatives en terme du nombre de jours à pour la floraison de *D. exilis*. La plupart des accessions ont produit des fleurs avec un retard considérable pendant l'été où les jours sont longs, ce qui indique que cette espèce est fortement sensible à la photopériode.

Diversité génétique moléculaire du fonio au Bénin

La diversité génétique du fonio béninois a également été étudiée en détail en utilisant les marqueurs moléculaires (AFLPs[®]). Pour les deux espèces, les indices de diversité génétique sont très faibles (Tab. 6.18). Par exemple, l'indice de diversité de Shannon calculé est de $H = 0,020$ pour *D. iburua* contre $H = 0.046$ pour *D. exilis*. Le Bénin et le Togo constituent un centre secondaire de diversité pour les deux espèces. Le faible niveau de diversité génétique relevé au Bénin pourrait donc s'expliquer par une faible constitution

Diversity for agro-morphologic characters in fonio germplasm

Taxonomic identification of fonio landraces confirmed the existence of the two fonio species in Benin. Two samples holding the generic name Péi are *D. iburua* are found in the collection; all other accessions are from *D. exilis*. Agro-morphological evaluation revealed significant variations among landraces for most of the sixteen traits evaluated (Tab. 6.17). Many of these including days to flowering / maturity, number of tillers, panicle / grain yield showed particularly large variations.

In general, fonio germplasm from Benin grows very tall (up to 100 cm), flowers almost late (64-92 days) and produces many tillers (up to 197). Panicles are well exerted (11-15 cm) with about 10 spikelets per cm of raceme. *D. iburua* landraces show comparably better performance for yield and yield-related traits than those of *D. exilis*, exception to the number of productive tillers and grain mass which are in favour of the later species. Besides, *D. exilis* accessions flowers and matures earlier than *D. iburua* does. Comparison of phenological development of the crops in Benin and Germany during summer times showed significant differences in days to flower for *D. exilis*. Most

génétique des génotypes de départ introduits dans sa zone de production. D'autre part, la classification numérique des variétés de *D. exilis*

a révélé l'existence de deux principaux groupes qui ne peuvent être corrélés ni avec leurs origines (districts) ni avec aucune autre caractéristique agro-morphologique et écologique. Les groupes peuvent représenter différentes introductions au cours de l'histoire de la culture de cette céréale au Bénin. En outre, certaines accessions ayant le même nom (e.g. Tontonga) se sont retrouvées dans des groupes différents tandis que d'autres (exemple Kpatinafa et Iponi) attendues dans différents qui auraient dû être se sont retrouvées dans le même groupe. Ceci indique que les noms traditionnels des variétés de fonio ne reflètent pas de manière adéquate leurs identités génétiques. Enfin, les variétés de fonio cultivées au Bénin sont presque génétiquement identiques à celles du Togo (96-99 % de similitude), proches de celles du Burkina Faso (81 % similitude), mais différent substantiellement de celles du Mali et de la Guinée (Tab. 6.18).

accessions flowered considerably late during summer season when long days prevail, indicating that this species is strongly photoperiod sensitive.

Molecular genetic diversity of fonio millets in Benin

Genetic diversity in Beninese fonio germplasm has also been studied in detail by molecular marker (AFLP[®]). For both species, the genetic diversity indices inferred were extremely low (Tab. 6.18). The Shannon diversity index calculated was $H=0.020$ for *D. iburua* vs. $H=0.046$ for *D. exilis*. Benin along with Togo constitutes a secondary centre of diversity for both species. The low level of genetic diversity found in the country could then be related to a narrow genetic make-up of the founding genotypes introduced in this area. On the other hand, cluster analysis of fonio landraces revealed the existence of two major groups that could neither be correlated with their origins (districts) nor with any agro-morphological and ecological features. These groups could represent different introductions over time during the cultivation history of the crops in Benin. Furthermore, some accessions with the same name (e.g. Tontonga) clustered in different groups while some others (e.g. Kpatinafa and Iponi)

Caractéristiques cytologiques

L'analyse de la circulation de la cytométrie supportée par un dénombrement chromosomique n'a révélé aucune différence au niveau cytologique. Les variétés de fonio cultivées au Bénin ainsi que celles cultivées au Burkina Faso, en Guinée, au Mali et au Togo sont toutes des tétraploïdes. La taille estimée du génome pour chaque espèce est de 956 Mbp pour *D. exilis* et de 904 Mbp pour *D. iburua*.

PHYLOGENIE ET SYSTEME REPRODUCTIF

Le fonio est une culture négligée par la recherche et nombreux aspects de sa biologie demeurent inconnus. Par exemple, diverses hypothèses contradictoires existent sur ses espèces sauvages d'origine ainsi que sur son système de reproduction. Les données obtenues de diverses approches y compris la cytologie, les isozymes et les

marqueurs d'ADN (AFLPs) confirment les hypothèses qui désignent respectivement *D. longiflora* Pers. et *D. ternata* Stapf comme les possibles parents proches de *D. exilis* et des *D. iburua* qui sont cultivés. La proximité génétique des espèces de fonio avec d'autres espèces de *Digitaria* telles que *D. sanguinalis* anciennement utilisée comme millet en Europe de l'Est s'est révélée faible.

Concernant le système de reproduction, les modes autogamique et allogamique ont été tous préconisés. Des analyses de descendance utilisant des marqueurs AFLPs et des isozymes ont révélé plutôt l'apomixie comme le système majeur de reproduction des espèces de fonio. L'apomixie est courante chez les graminées et est fréquemment associée à la polyploïdie, principalement à la tétraploïdie. L'origine des variations génétiques limit observées dans les mils pourrait s'expliquer par l'accumulation de mutations et/ou

Tab. 6.16: Les espèces de fonio utilisées au Bénin, la correspondance des noms dans différents groupes ethniques et les principales caractéristiques rapportées. | Fonio landraces used in Benin, correspondence between names from different ethnic groups and their major characteristic traits reported.

	Ditamari	M'bermè	Wama	Natimba	Lamba	Caractéristiques rapportées par les cultivateurs	Characteristics reported by farmers
1	Kotoporga ^α Ikentoni ^α	Ikentoni ^α	-	-	Yôrô*	Dernière variété récemment introduite par les Lambas du Togo. Extrêmement précoces (2 mois), panicules ayant pour la plupart 2 à 3 racèmes, mais rarement 4	Last recently introduced variety by Lambas from Togo. Extra-precocious (2 months), panicles mostly with 2 to 3 racemes but rarely 4
2	Iporlapiah Ida, Iporda, Iporlada, Tontonga, Ikentoni, Kpatinafa	Ipoyè Kpatinafè	Pédaaï	Polaji Polata	Tintinga Kantenga	Variété la plus cultivée au Bénin. Variété à maturation rapide (2 à 3 mois), panicules ayant 3 à 4 racèmes, rarement 5, grains blancs.	Most popular landrace grown in Benin. Early maturing landrace (2.5-3 months), panicles with 3-4 racemes rarely 5, white grains.
3	Iporlahouan Iporhouan, Ipor- dagou, Ikounga, Koupordagou	Ipognir- mè	-	-	Sèmbre	Variété intermédiaire (3 à 5 mois), panicule ayant pour la plupart 3, 4 ou 5 racèmes, grains rougeâtres.	Intermediate landrace (3.5 months), panicles mostly with 3, 4 or 5 racemes, reddish grains.
4	Iponouri/ Inouri ^α	-	-	-	Tamaou	Variété semi-tardive (4 mois) introduit du Togo par les Lambas, grains blancs.	Semi-late landrace (4 months), introduced from Togo by Lamba, white grains.
5	Iporni Iporkounga, Di- porkonkôni, Ipo- konkôni, Inouda, Iponouda	Iporni Ini	Péniï	Poniji Puôniji	Fôlôm Fouloum	Variété à maturation tardive (5 mois), panicules ayant 4, 5 ou 6 racèmes, développant des plantes vigoureux, grains blancs avec de petits poils.	Late maturing landrace (5 months), panicles with 4, 5 or 6 racemes, develops vigour plants, white grains with tiny hairs.

^α Nom donné par les Ditamari et les M'bermè pour ces variétés introduites. Given name by Ditamari and M'bermè for these introduced landraces;

* En gras, les différents noms documentés selon les groupes ethniques * In bold the different names documented according to the ethnic groups.

Tab. 6.17: Les variations observées au niveau de 16 caractéristiques agro-morphologiques de 33 accessions de fonio au Bénin. | Variations in 16 agro-morphological traits of 33 fonio accessions in Benin.

Caractéristiques étudiées	Characteristics surveyed	Géotypes total Total genotypes				<i>D. exilis</i> moyenne 32 accessions mean 32 accessions	<i>D. iburua</i> moyenne 2 accessions mean 2 accessions
		Min	Max	Moyenne Mean	Marge d'erreur Std Error		
Jours à 50 % de la floraison	Days to 50% flowering	63,8	92,4	80,9	0,83	80,1	92,1
Jours à la maturité physiologique	Days to physiological maturity	87,0	123,2	106,8	0,7	100,8	122,8
Taille de la plante	Plant height (g)	85,3	125,3	97,4	1,1	97,0	103,5
Nombre d'entrenoeuds	Number of internodes	7,8	11,2	9,4	0,6	9,3	10,5
Nombre de talles reproductives	Number of productive tillers	88,8	196,5	146,6	3,0	147,3	135,8
Longueur des feuilles (cm)	Leaf length (cm)	13,4	19,6	17,4	1,2	17,6	14,7
Longueur de la gaine foliaire	Sheath length (cm)	14,5	18,3	16,4	0,2	16,4	16,7
Biomasse fraîche (mg)	Fresh biomass (mg)	107,8	144,6	128,4	1,5	127,7	140,1
Biomasse sèche (mg)	Dry biomass (mg)	33,2	44,3	37,7	0,4	37,3	43,8
Exertion de la panicule (cm)	Panicle exertion (cm)	8,9	16,8	12,2	0,3	12,3	10,5
Longueur de la panicule (cm)	Panicle length (cm)	11,0	15,1	12,6	0,1	12,6	12,4
Rendement en panicules (Kg/ha)	Panicle yield (Kg/ha)	1 470,4	2 040,1	1643,4	16,3	1 618,4	2018,9
Rendement en grains (kg/ha)	Grain yield (Kg/ha)	621,7	1 135,0	837,8	11,0	818,5	1127,0
Indice de récolte	Harvest index	20,7	29,8	25,6	0,2	25,3	29,7
Nombre moyen de grains / cm de racème	Mean number grains/cm raceme	8,7	12,2	9,7	0,1	9,6	11,8
Masse de 1000 grains (mg)	1000-Grain mass (mg)	567,4	806,2	691,1	13,8	694,3	642,5

expected to cluster differently appeared in the same group, indicating that traditional names of fonio landraces do not adequately reflect the landraces' discrete genetic identities. Finally, fonio landraces grown in Benin are almost genetically identical to those from Togo (96-99 % similarity), close to those from Burkina Faso (81 % similarity) but differ substantially from those from Mali and Guinea (Tab. 6.18).

Cytological features

Flow cytometry analysis supported by chromosomes count revealed no variation at cytological level. Fonio landraces grown in Benin as well those from Burkina Faso, Guinea, Mali and Togo are all tetraploids. The genome size estimated for each species is 956 Mbp for *D. exilis* and 904 Mbp for *D. iburua*.

Phylogeny and reproductive system in fonio

Fonio millets are research-neglected crops and many aspects of their biology remain unknown. For instance, various and controversial hypotheses exist on their wild progenitors as well the mating system of the crops. Data generated from various approaches including cytology, isozymes and DNA markers (AFLPs) substantiated the hypotheses that point to the morphologically allied species *D. longiflora* Pers. and *D. ternata* Stapf as possible progenitors of cultivated *D. exilis* and *D. iburua*, respectively. The genetic relatedness of fonio species to some other *Digitaria* species such as *D. sanguinalis* formerly used as minor millet in Eastern Europe is found to be low. Regarding the mating system, both self- and open pollinating systems have been advocated. Progeny analyses using AFLPs and isozymes clearly pointed to apomixis as the major reproductive system of fonio species. Apomixis is common in grass

d'évènements sexuels occasionnels (cas de l'apomixie facultative) chez ces espèces.

STRATEGIES DE CONSERVATION DU FONIO

Dans le contexte actuel du réchauffement et des changements climatiques, le fonio est perçu comme une ressource génétique précieuse pour l'avenir de l'agriculture en Afrique de l'Ouest en raison de sa capacité d'adaptation exceptionnelle aux conditions marginales de production, à la sécheresse et aux inondations. Le peu d'intérêt des scientifiques jusqu'à une date récente a limité la conservation et l'exploitation ses ressources génétiques en l'amélioration en Afrique de l'Ouest. Les informations récemment obtenues sur la biologie et la génétique de ces cultures, c'est-à-dire leur phylogénie, système de reproduction, cytologie et diversité génétique

sont d'une grande valeur pour leur conservation et amélioration génétique.

En terme de conservation, les stratégies *in situ* et *ex situ* sont toutes nécessaires en raison de leur statut de cultures négligées. Le niveau de diversité génétique ainsi que la structure sont d'une importance capitale dans la constitution des stratégies d'échantillonnage. Au Bénin, l'échantillonnage de quelques génotypes peut suffire pour la sauvegarde de toute la diversité vu son niveau extrêmement faible. En termes pratiques, l'échantillonnage de deux accessions par cycle de culture d'espèce peut couvrir la totalité de la diversité. Ceci signifie que pour la maintenance à long terme, la collection stratégies de fonio qui compte environ 50 accessions peut être réduite à un maximum de 10 accessions. Les caractéristiques de résistance/tolérance potentielle et les paramètres nutritionnels peuvent être documentés

Tab. 6.18: Diversité génétique des variétés locales de fonio du Bénin et leur proximité (coefficient Dice) avec le germoplasme d'autres pays producteurs importants en utilisant les marqueurs AFLP | Genetic diversity within Beninese fonio landraces and their relatedness (Dice coefficient) with the germplasm of other important producing countries using AFLP markers

Species Species	Indice de diversité de Shannon Shannon diversity index (<i>H</i>)	Ressemblance génétique avec Genetic relatedness with			
		Togo	Burkina Faso	Mali	Guinea
<i>D. iburua</i>	0,020	0,99	-	-	-
<i>D. exilis</i>	0,046	0,96	0,81	0,74	0,67

and is frequently associated with polyploidy, mainly with tetraploidy. The origin of the limited genetic variation observed in fonio millets could be explained by the accumulation of mutations and/or occasional sexual events (case of facultative apomixis) in these species.

CONSERVATION AND BREEDING STRATEGIES OF FONIO MILLETS IN BENIN

With regards to the current warming and climate change, fonio millets are seen as valuable genetic resources for future agriculture in West Africa due to their exceptional adaptability to marginal farming, drought and flooding. Their scientific neglect has until recently limited their efficient conservation and exploitation in breeding to improve fonio production in West Africa. The information recently generated regarding the biology and genetics of the crops, i.e. their phylogeny, mating system, cytology

and genetic diversity is of great value for their conservation and breeding.

In terms of conservation, both *in situ* and *ex situ* strategies are required because of the neglected status of the crops. The level of genetic diversity as well its structure is both of prime importance in making sampling strategies. In Benin, sampling few genotypes can be sufficient to safeguard the whole diversity given its extremely low level. In practical term, sampling two accessions per landraces' growing cycle can cover the total of the diversity. This means that for long term maintenance the current *ex situ* fonio collection rich of about 50 accessions can be reduced to maximum 10 accessions. Potential resistance/tolerance traits and nutritional parameters can be documented and used as additional criteria in making the choice. This core collection is useful to limit the management cost and work involved in its regeneration. For *in situ* (on-farm) programme, the

et utilisés comme critères supplémentaires dans leur choix. La mise en place d'une collection de base est utile pour limiter le coût de gestion et de main d'œuvre impliqué dans la régénération. Pour le programme de conservation *in situ* (au champ), la commune de Boukoumbé où cohabitent les groupes ethniques Ditamari et Lamba pourrait être ciblée.

La sélection de génotypes utiles pour leur performance agronomique est possible dans le germoplasme béninois en dépit de la faible diversité génétique. Toutefois, l'amélioration du fonio nécessite l'élargissement de la base génétique du germoplasme existant. L'introduction et des croisements avec des espèces du Mali et de la Guinée pour tester et exploiter l'hétérosis ou la valeur hybride potentielle en amélioration constituent une option. Une autre option consiste en l'exploitation des parents sauvages pour élargir la base génétique du fonio par des hybridations inter-spécifiques étant donné que ceux-ci sont réputés comporter plus de diversité que les espèces cultivées. La taille relativement petite du génome des espèces de fonio indique qu'il peut être facilement utilisé pour l'analyse et la cartographie au niveau moléculaire et constitue un atout prometteur pour développer des outils génomiques. Les deux approches sont encore en phase expérimentale au Département

d'Amélioration des Plantes (Université Justus-Liebig de Giessen, Allemagne) et le Laboratoire de Génétique et de Biotechnologie (UAC, Bénin) où des résultats prometteurs sont attendus.

Boukoumbé district with focus on Ditamari and Lamba ethnic groups could be targeted.

Selection of useful genotypes for their agronomic performance is possible within Beninese germplasm despite its low genetic diversity. However, successful fonio breeding requires broadening the genetic background of the existing germplasm. Introduction and crosses with landraces from Mali and Guinea to test and exploit potential heterosis through hybrid breeding is one option. Another option is to exploit the wild relatives of the crops to broaden fonio genetic base through inter-specific hybridizations since these are believed to hold large diversity than the cultivated crops. The relatively small genome size of fonio species suggests that it can be well amenable for analysis and mapping at molecular level and constitutes a promising asset to develop genomic tools. Both breeding approaches are yet in experimental phase at the Department of Plant Breeding (Justus-Liebig University Giessen, Germany) and in the Laboratory of Genetics and Biotechnology (UAC, Benin) with expectedly promising results.

ESPECES LIGNEUSES SAUVAGES

6.9

Adansonia digitata L. *Bombacaceae*

Achille Ephrem ASSOGBADJO

Brice SINSIN

Jean T. C. CODJIA

INTRODUCTION

Le baobab africain (*Adansonia digitata* L.) appartient à la famille des Bombacaceae qui comprend environ 30 genres, six tribus et environ 250 espèces (Fig. 6.37). L'espèce *A. digitata* serait originaire de Madagascar bien que certaines sources récentes affirment le contraire et suggèrent l'origine ouest africaine pour l'espèce; Elle serait répandue en Afrique grâce à une forte dispersion sur de longues distances avant la rupture des blocs occidentaux de **Gondwana**⁷ au début du crétacé. Il existe des preuves indiquant l'existence d'un certain nombre de **morphotypes**⁷ se différenciant par la couleur, la vigueur, la taille, la qualité des fruits et la teneur en vitamines des feuilles. De nos jours, l'espèce est menacée dans ses **habitats**⁷

naturels par le feu, le pâturage extensif des bovins et surtout par une absence de sa régénération naturelle.

DISTRIBUTION, DENSITE ET CARACTERISTIQUES D'HABITAT DU BAOBAB AU BENIN

Le baobab est distribué dans toutes les zones phytogéographiques du Bénin à des densités variables. La plupart des individus rencontrés se trouvent aux alentours des villages ou dans les champs de culture. Généralement, dans les districts phytogéographiques de la « Chaîne de l' Atacora » et du « Mekrou Pendjari » localisées dans la zone de Soudanienne (9°45' N-12°25' N), l'espèce présente une densité moyenne de 5 individus par km² tandis que, dans le phytodistrict de « Pobè » située dans la zone Guineo-Congolaise (6°25' -7°30' N), l'espèce a une densité moyenne de 1 baobab par km² ; dans la zone Soudano-Guinéenne (7°30'-9°45' N), une densité moyenne d'environ 3 baobabs par km² est enregistrée. Spécifiquement, les zones caractérisées par les plus fortes densités de baobab (5 individus par km²) sont : Boukoumbé, Tanguiéta, Porga et Karimama dans la zone Soudanienne, Dassa dans la zone Soudano-Guinéenne, et Bohicon et Comè dans la zone Guinéenne (**Dahomey Gap**⁷), tandis que Kétou dans la zone Guineo-Congolaise

WILD GROWING WOODY SPECIES

Adansonia digitata L. *Bombacaceae*

INTRODUCTION

African baobab (*Adansonia digitata* L.) belongs to the Bombacaceae family which includes about 30 genera, six tribes and about 250 species (Fig. 6.37). *A. digitata* originates from Madagascar and migrated to Africa by long-distance dispersal before the breaking of West **Gondwana**⁷ blocks at the beginning of the Cretaceous. Within the species, there is evidence indicating the existence of a number of local types differing in habit, vigor, size, quality of the fruits and vitamin content of the leaves. To date, the species is threatened in its natural **habitats**⁷ by bush fire, grazing and lack of its natural regeneration.

DISTRIBUTION, DENSITY AND HABITAT CHARACTERISTICS OF BAOBAB IN BENIN

Baobab species is roughly distributed throughout all phytogeographic districts of Benin. The density of the species varies from one phytogeographic district to another, with most of the individuals recorded around villages or on farms. Generally, in the phytodistricts "Chaîne de l'Atacora" and "Mekrou Pendjari" located in the Sudanian zone (9°45' -12°25' N), a mean population density of 5 baobabs was recorded per km² while, in "Pobè" phytodistrict located in the Guinean (6°25' - 7°30' N) and generally in the Sudanian-Guinean (7°30' -9°45' N) zones, a mean density of only 1 baobab per km² and 3 baobabs per km² was recorded respectively. More specifically, the areas with high baobab densities i.e. more than 5 individuals per km² were Boukoumbé, Tanguiéta, Porga and Karimama in the Sudanian zone; Dassa in the Sudano-Guinean zone ; and Bohicon and Comè in the Guinean zone (**Dahomey Gap**⁷), while Ketou in the Guinean zone had the lowest density, with less than 1 baobab per km² (Map 6.6).

Baobab is found on neutral sandy soils in the Sudanian zone, on sandy-clay soils in the Sudano-Guinean zone and on basic

présentait la plus faible densité, avec moins de 1 individu de baobab par km² (Carte 6.6).

Le baobab est rencontré sur des sols sableux à pH neutre dans la zone Soudanienne, sur des sols sablo-argileux dans la zone de Soudano-Guinéenne et sur des sols sableux à pH basique dans la zone Guinéenne. La teneur du sol en azote des zones où poussent les baobabs est en moyenne de 0,07 %. Le ratio C/N des stations à baobab est généralement supérieur à 20, ce qui suggère une faible **dégradation**⁷ de matières organiques excepté pour la dépression de la Lama, où le ratio C/N est inférieur à 19,7.

ETHNOBOTANIQUE ET IMPORTANCE ECONOMIQUE DU BAOBAB AU BENIN

Le baobab est une espèce à usage multiple utilisée par les populations locales du Bénin à des fins alimentaire, médicinale, culturelle et économique. Les noms locaux par lesquels l'espèce est désignée sont récapitulés dans le tableau 6.19.

Au Bénin, les populations locales ont une connaissance approfondie sur l'espèce ; 13 critères sont utilisés au niveau local pour différencier entre eux les individus de baobab dans les systèmes agroforestiers traditionnels. Ces critères sont liés aux caractéristiques

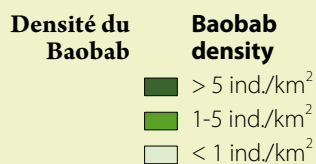
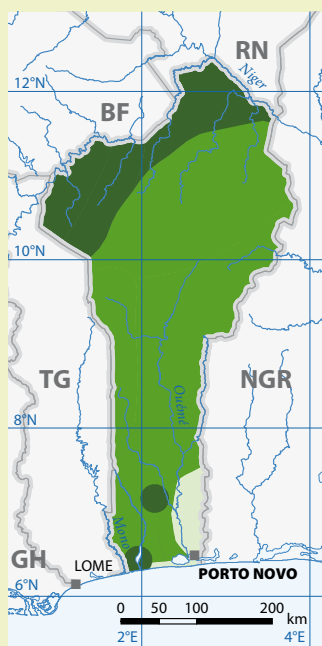
sandy soils in the Guinean zone. Soil content of nitrogen in sites of baobab trees is 0.07 % in average, and that organic matter is quite important. The C/N ratio is also high, more than 20, which suggests poor organic matter **degradation**⁷ except in the Lama depression, where the C/N ratio is less than 19.7.

ETHNOBOTANY AND ECONOMIC IMPORTANCE OF BAOBAB IN BENIN

Baobab is a multipurpose tree species used by local people of Benin for food, medicine, cultural and economic purposes. Local names used by different ethnic groups are summarized in table 6.19. In Benin, local people have an outstanding knowledge on the species and used 13 criteria to differentiate baobab individuals in traditional agroforestry systems. These criteria are related to the characteristics of leaves, fruit, bark and the whole tree. Concerning the preferences, baobab trees having delicious leaves, sweet or slightly acid pulp, non slimy pulp, yellowish pulp, capsules producing high yield of pulp, bark easy to harvest, and which are considered as female are the desirable ones in rural areas of Benin. In contrast, the undesirable baobabs are the male trees (never produce) or the ones producing



Fig. 6.37: *Adansonia digitata* MSC



Carte 6.6: Distribution et densité du baobab au Bénin.

Map 6.6: Distribution and density map of baobab in Benin.

Tab. 6.19: Noms locaux donnés au baobab au Bénin.

Local names for baobab in Benin.

Groupe socio-linguistique Ethnic group	Noms locaux Local name
Fon	Kpassatin
Nago	Osché
Dendi	Kôô
Ditamari	Sônbu, Moutomu
Lokpa	Télou

des feuilles, des fruits, de l'écorce et de l'arbre en entier. Les populations locales préfèrent des baobabs qui ont des feuilles délicieuses, une pulpe sucrée légèrement acidulée, non gluante et jaunâtre, des capsules produisant une grande quantité de pulpe, une écorce facile à enlever et, des baobabs fertiles produisant des fruits. En revanche, les baobabs indésirables sont ceux qui ne produisent jamais de fruits ou encore ceux qui produisent une pulpe acide ou gluante, des feuilles amères, des graines dures, un rendement faible en pulpe et/ou qui ont une écorce difficile à enlever. Les Ditamari ont des connaissances approfondies pour lier certains traits spécifiques de l'arbre. Pour ces derniers, les feuilles poilues sont toujours moins succulentes, les baobabs non productifs donnent toujours

des feuilles non délicieuses, des fruits de taille moyenne et de forme allongée donnent toujours une pulpe sucrée; les baobabs ayant une maturité précoce ou tardive donnent toujours des fruits ayant une pulpe sucrée.

DIVERSITE GENETIQUE DES POPULATIONS DE BAOBABS AU BENIN

Les études sur la diversité génétique des populations de baobabs ont montré un regroupement de tous les génotypes de différentes zones climatiques en six pools de gènes. Généralement, les échantillons collectés dans une même zone climatique appartiennent aux mêmes pools géniques traduisant une structuration génétique des

Tab. 6.20: AMOVA sur 137 individus de baobab échantillonnés dans six différentes populations utilisant 217 marqueurs AFLP[†]. | AMOVA for 137 individuals from six populations using 217 AFLP[†] markers.

Source de variation Source of variation	ddl df	SSD	Composition de la variance Variance component	% du total % of total	P
Deux niveaux Two levels					
Entre populations Among populations (ϕ_{ST})	5	642,21	4,85	17,63	P < 0,001
Au sein des populations Within populations	131	2 970,32	22,67	82,37	
Trois niveaux Three levels					
Entre régions Among regions	2	498,94	4,15	14,70	P < 0,001
Entre populations / au sein des régions Among populations / within regions	3	143,28	1,42	5,02	P < 0,001
Au sein des populations Within populations	131	2970,32	22,67	80,28	

acid pulp, slimy pulp, tasteless kernel, bitter leaves, hard seed coat, low yield of pulp and/or having bark difficult to harvest. Moreover, Ditamari people from Benin have an outstanding knowledge to link specific traits. For the latter, hairy leaves are always tasteless, male baobabs always give tasteless leaves, fruits with middle size and long shape always gives sweet pulp; baobab trees with precocious or tardy maturity of the fruits always produce sweet pulp.

GENETIC DIVERSITY OF BAOBAB POPULATIONS IN BENIN

Genetic diversity studies of baobab species showed a clustering of all genotypes sampled in the three climatic zones of Benin

into six gene pools. Generally, samples collected in the same climatic zone belong to the same gene pools indicating that the genetic structuring of the baobab individuals is correlated with their geographic origin. Estimates of within-population genetic diversity (expected heterozygosity) within populations ranged between 0.26 and 0.37. Levels of polymorphism within populations varied between 89.4 % and 98.2 %, reflecting a high level of polymorphism and variation within populations. An amount of 82.37 % of total genetic variation is found within populations and 17.63 % among populations (Tab. 6.20). Pairwise genetic distances between populations (F_{ST}) were statistically significant. Within the same climatic region, the genetic distance is generally lower than 0.05, whilst genetic distance between

baobabs suivant leur origine géographique. La diversité génétique (hétérozygote attendue) au sein des populations varie entre 0,26 et 0,37. Les taux de polymorphisme des populations varient entre 89,4 % et 98,2 %, reflétant un niveau élevé de polymorphisme et de variation dans les populations. 82,37 % de la variation génétique totale se retrouvent dans les populations et 17,63 % entre les populations (Tab. 6.20). Les distances génétiques entre les paires de populations (FST) sont significatives. Dans une même zone climatique, la distance génétique est généralement inférieure à 0,05, tandis que la distance génétique entre les paires de populations situées dans

des zones climatiques différentes était supérieure à 0,05.

DONNEES MORPHOLOGIQUES ET PRODUCTION DE BAOBAB AU BENIN

Les caractéristiques morphologiques et la production des baobabs varient significativement d'une zone climatique à une autre. Dans la zone Soudanienne, les baobabs ont, de grands diamètres et houppiers, des fruits produisant une forte quantité de pulpe, de graines, et d'amandes (Tab. 6.21). Les baobabs de la zone de Soudano-Guinéenne quant à eux sont de plus petites tailles. Les baobabs dans

Tab. 6.21: Caractéristiques morphologiques et production moyenne des baobabs (137 individus) suivant diverses zones climatiques. | Morphological characteristics and mean production per individual for baobab populations (137 individuals) according to various climatic zones.

Dispositif morphologique	Morphological feature	Guinée (6°25' - 7°30' N)		Soudano-guinéen (7°30' - 9°45' N)		Soudanais (9°45' - 12°25' N)	
		Moyenne Mean	σ	Moyenne Mean	σ	Moyenne Mean	σ
Diamètre du tronc DBH (cm)	Diameter at Breast Height DBH (cm)	149,23 ^a	66,89	176,35 ^b	33,64	202,55 ^c	54,90
Hauteur de l'arbre (m)	Height of tree (m)	21,15 ^a	3,45	13,79 ^c	1,96	18,70 ^b	4,27
Diamètre du houppier (m)	Diameter of the crown (m)	14,27 ^a	3,69	16,95 ^b	5,99	16,58 ^b	3,98
Nombre de branches	Number of branches	7 ^a	2,17	10 ^b	3,02	7 ^a	3,98
Nombre de capsules /arbre	Number of capsules /tree	49 ^a	46,12	188 ^c	70,77	138 ^e	132,51
Poids de capsules (kg)	Weight of capsules (kg)	20,28 ^a	18,33	32,05 ^c	11,37	34,07 ^f	34,71
Longueur de capsule (cm)	Length of capsule (cm)	21,71 ^a	4,85	19,89 ^b	3,96	16,59 ^c	5,14
Épaisseur de capsule (cm)	Thickness of Capsule (cm)	0,45 ^a	0,15	0,43 ^b	0,09	0,43 ^b	0,07
Poids de la pulpe/arbre (kg)	Weight of pulp/tree (kg)	3,62 ^a	3,19	6,13 ^c	1,98	4,83 ^d	3,83
Nombre de graines/arbre	Number of seeds/tree	10969 ^a	9523	27565 ^c	9168	25455 ^e	20876
Poids de graines/arbre (kg)	Weight of seeds/tree (kg)	4,22 ^a	3,97	9,21 ^b	7,06	17,04 ^e	16,72
Poids de noyaux/arbre (kg)	Weight of kernel /tree (kg)	1,40 ^a	1,32	2,31 ^b	2,10	3,70 ^c	3,62

NB: Dans la même ligne, les chiffres avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes | In the same line, figures with the same letters are not significantly different. σ = standard deviation

pairs of populations located in the different climatic zones were larger than 0.05.

MORPHOLOGICAL DATA AND PRODUCTIVITY OF BAOBAB IN BENIN

Morphological data and productivity of baobab populations varied significantly among climatic zones of Benin. In the

Sudanian zone, the baobabs have large girths and crowns, and numerous fruits with a high pulp, seed, and kernel production (Tab. 6.21). Baobabs from the Sudano–Guinean zone are short, their diameter at breast height is intermediate between DBH values measured in the Guinean and Sudanian region. Populations in this zone produce the highest yield of pulp, seeds and kernels (Tab. 6.21). In the Guinean zone, the individuals were tall

cette zone produisent plus de pulpe, de graines et d'amandes que ceux des autres zones climatiques (Tab. 6.21). Dans la zone Guinéenne, les individus ont une grande hauteur mais un diamètre de plus petite dimension comparée aux baobabs des autres zones. Les baobabs de la zone Guinéenne ont des capsules de grandes tailles et

épaisses mais produisent seulement un nombre restreint de fruits et, une faible quantité de pulpe, de graines et d'amandes (Tab. 6.21).

Tab. 6.22: Composition physico-chimique des feuilles, pulpe et graines de baobab. | Physico-chemical composition of baobab' leaves, pulp and seeds.

Element	Element	Organes		
		Feuilles Leaves	Pulpe Pulp	Graines Seeds
Matière sèche (%)	Dry matter (%)	84,32 ± 0,04	91,95 ± 0,02	91,28 ± 0,02
Cendres (%)	Ash (%)	9,13 ± 0,04	7,65 ± 0,09	7,65 ± 0,05
Protéines (%)	Proteins (%)	14,12 ± 0,04	3,28 ± 0,06	33,88 ± 0,07
Lipides (%)	Lipids (%)	1,69 ± 0,01	0,41 ± 0,01	28,28 ± 0,04
Fibres (%)	Fibres (%)	13,23 ± 0,07	11,07 ± 0,01	8,72 ± 0,04
Hydrates de carbone (%)	Carbohydrates (%)	75,06	88,66	29,59
Energie (kcal/100g)	Energy (kcal/100g)	371,93	371,45	508,4
Ca (‰)	Ca (‰)	1,81	0,332	0,332
Mg (‰)	Mg (‰)	1,098	1,002	1,121
K (‰)	K (‰)	7,504	8,241	7,856
Na (‰)	Na (‰)	0,176	0,268	0,274
P (ppm)	P (ppm)	244,13	1456,56	2330
Mn (ppm)	Mn (ppm)	52	13	10
Zn (ppm)	Zn (ppm)	54	21	59
Fe (ppm)	Fe (ppm)	293	928	293
Vit A (ng/g)	Vit A (ng/g)	55,8	29	30,8
Vit C (mg/g)	Vit C (mg/g)	4,95	2,2	3,46
Vit D (ng/g)	Vit D (ng/g)	118,2	40	78,8
Vit E (µg/g)	Vit E (µg/g)	2	0,67	1,64
Vit K (mg/kg)	Vit K (mg/kg)	2,38	0,83	2,14

but of a small diameter at breast height. These baobabs have capsules with high length and thickness but produce only a small number of fruits with a low pulp, seed and kernel productivity (Tab. 6.21).

CARACTERISTIQUE BIOCHIMIQUE DES ORGANES DU BAOBAB AU BENIN

Les analyses en laboratoire ont montré que la pulpe et les feuilles de baobab sont pauvres en lipides (0,41 % à 1,69 %) et en protéines (3,28 %). D'autre part, la graine est riche en protéine (33,88 % MS) et en lipide (28,28 % MS). Les différents organes du baobab contiennent des valeurs élevées en micronutriments (Ca, Mg, Fe, K, Zn) variant entre 0,176 0/00 et 0,332 0/00 et de ce fait peuvent être utilisés dans l'alimentation. Le tableau 6.22 précise la composition physico-chimique moyenne des feuilles, de pulpe et des graines de baobab.

RELATION ECOLOGIQUE ENTRE LE BAOBAB ET SON ENVIRONNEMENT

Le lien entre les caractéristiques environnementales et biotiques (production et variables dendrométriques) a prouvé que les zones avec des valeurs élevées d'évapotranspiration⁷ potentielle, de précipitations, d'hygrométrie, de température, de pourcentage d'argile

BIOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF BAOBAB ORGANS IN BENIN

Laboratory analyses show that baobab fruit pulp and leaves from Benin are poor in lipids (from 0.41 % to 1.69 %) and protein (3.28 %). On the other hand, the seed is very rich in protein (33.88 % DM) and lipid (28.28 % DM). The different organs from the baobab tree contain high values of micronutrients (Ca, Mg, Fe, K, Zn) ranged from 0.176 0/00 to 0.332 0/00, and can thus be used in formal food preparations. Table 6.22 points out the mean physico-chemical composition of baobab' leaves, pulp and seed sampled in Benin.

ECOLOGICAL RELATIONSHIP WITHIN BAOBAB SPECIES AND ITS ENVIRONMENT IN BENIN

The correlation between environmental and biotic characteristics (production and dendrometric variables) showed that the zones with high values of potential evapotranspiration⁷, rainfall, relative humidity, temperature, percentage of clay and fine silt are associated with a low seed and fruit pulp production. In contrast, high values of C/N (Carbon / Nitrogen) ratio were shown to be negatively associated with pulp and kernel

et de limon fin sont celles où les baobabs ont une faible production de pulpe et de graines. En revanche, les zones caractérisées par des sols ayant des valeurs élevées pour le ratio C/N (carbone/azote) sont celles où les baobabs produisent de faibles quantités de pulpe et de graines et où les traits morphologiques des individus sont les moins développés.

La corrélation entre la matrice de diversité obtenue à partir des caractéristiques morphologiques de l'espèce et les coefficients de dissimilarité génétique de Jaccard n'était pas significative. Cependant, il a été observé des corrélations significatives entre la matrice de diversité génétique et trois caractéristiques morphologiques: (1) la hauteur des arbres, (2) le nombre de branches, et (3) l'épaisseur des capsules.

La composition biochimique des organes de baobab ne dépend pas de leur provenance, exceptée pour la teneur en vitamine C. D'autre part, il a été démontré que les caractéristiques physico-chimiques du sol ont une influence sur la composition biochimique des organes de baobab. Les sols basiques (valeur de pH élevé), riches en carbone, argile, limon fin et matière organique influencent positivement les teneurs en fer, potassium, vitamine C, hydrates de carbone, zinc, protéines et lipides des organes et négativement les teneurs

production as well as with the development (morphological traits) of baobab individuals.

The correlation between the diversity matrix based on all morphological features and the Jaccard's genetic dissimilarity coefficients was not significant. However, it was observed a significant correlations between the observed patterns of genetic variation and three morphological features: (1) height of the trees, (2) number of branches, and (3) thickness of the capsules. Moreover, the biochemical composition of baobab's organs is not correlated to its provenance, except for the vitamin C content. On the other hand, it was shown that the physico-chemical characteristics of the soil have an influence on the nutritive value of baobab organs. Highly basic soils (high pH value), rich in carbon, clay, fine silt and organic matter positively affect the organs contents in iron, potassium, vitamin C, carbohydrates, zinc, proteins and lipids and negatively affect their contents in magnesium, calcium, vitamin A and fibers. In contrast, soils rich in crude silt and sand have an opposite effect on these same biochemical parameters of the organs.

des organes en magnésium, calcium, vitamine A et fibres. En revanche, les sols riches en limon grossier et en sable ont un effet opposé sur ces mêmes paramètres biochimiques.

BIOLOGIE DE REPRODUCTION

Les fleurs sont grandes, pendantes, solitaires ou par paires sur la branche et, hermaphrodite. La période de floraison du baobab varie fortement; en général, la floraison intervient à n'importe quel moment excepté pendant le pic de la saison sèche, et lorsque les feuilles sont présentes ou pas. Le baobab africain est pollinisé par les chauve-souris (*Eidolon helvum*, *Epomophorus gambienus* and *Rousettus aegyptiacus*) comme d'autres espèces/genres de la famille des Malvaceae: *Adansonia grandidieri* et *Adansonia suarezensis*, tout deux endémique à Madagascar, et *Ceiba pentandra*. Bien que son système de reproduction n'a pas été intensivement étudié, le baobab est généralement classifié comme une espèce allogame.

PROPAGATION ET DYNAMIQUE DE CROISSANCE DE LA PLANTE

Les tests de germination ont prouvé que le meilleur pourcentage moyen de germination des graines a été obtenu avec des graines

REPRODUCTIVE BIOLOGY

Flowers are large, pendulous, and solitary or paired in leaf axils, and hermaphrodite. The flowering time of baobab varies significantly; in general flowering can occur anytime except during the peak of the dry season, and whether leaves are present or not. The African baobab is known to be bat-pollinated (*Eidolon helvum*, *Epomophorus gambienus* and *Rousettus aegyptiacus*) like other species/genera of Malvaceae: *Adansonia grandidieri* and *Adansonia suarezensis*, both endemic in Madagascar, and *Ceiba pentandra*. Although its breeding behaviour has not been extensively studied, baobab was classified as generally outbreeding.

PROPAGATION AND SEEDLING GROWTH DYNAMICS

Germination tests showed that the best mean percentage of seed germination was obtained with the seeds scarified before sowing (90-100 %). Moreover, it was shown that storage duration of more than 12 months negatively affects seed germination whatever their provenance. The seedlings height assessment revealed a significance difference according to the used substrates and scarification. Moreover, provenance has not

scarifiées avant semis (90-100 %). Par ailleurs, il a été démontré qu'une durée de stockage de plus de 12 mois affecte négativement la germination des graines quelle que soit leur provenance. La croissance des plantules dépend des substrats utilisés et de la pratique ou non de la scarification des graines. Par ailleurs, la provenance n'a pas d'influence significative sur la croissance des plantules. Le diamètre au collet des plants a varié significativement lors de la croissance selon les substrats utilisés. L'essai sur les techniques de greffage a été un succès. En conséquence le baobab peut être greffé facilement pour la propagation des arbres désirés.

Le taux de succès du bouturage a significativement varié selon les substrats utilisés. Le substrat stérilisé a donné un plus large succès (33 %) que le substrat non stérilisé (20 %).

STRATEGIE DE CONSERVATION ET DE RESTAURATION ECOLOGIQUE DU BAOBAB AU BENIN

Comme les graines de baobab sont «orthodoxes», elles peuvent être conservées *ex situ* dans des banques de graines et *in situ* ou *circa situ* dans les systèmes agroforestiers. Les stratégies de conservation de la diversité génétique doivent tenir compte non seulement des niveaux de diversité observés mais aussi des variations observées

significantly influence the height growth of seedlings. The seedlings basal diameter growth varied significantly according to the used substrates. The grafting test resulted in 100 % success. Consequently baobab can be grafted easily for propagation of desired trees.

Success of cutting rate of baobab varied significantly according to the used substrates. The sterilised substrate yielded more success (33 %) than the non-sterilised substrate (20 %).

CONSERVATION AND ECOLOGICAL RESTORATION STRATEGIES OF BAOBAB SPECIES IN BENIN

As African baobab seeds exhibited "orthodox" behaviour, they can be conserved *ex situ* in seed banks and also *in situ* or *in circa* as living trees. Strategies for prioritizing the conservation of genetic diversity need to consider not only the level of diversity in an area but also the identified **morphotypes**⁷ by local people, and condition of, a particular region. The best option should be to conserve seeds from non desirable baobab in *ex situ* in gene banks and the living desired trees *in situ* as seeds and service suppliers. The high levels of genetic variation present within populations suggested that large numbers of samples from a

au niveau des morphotypes identifiés sur la base des critères endogènes. La meilleure option devrait être de conserver *ex situ* des graines de baobab non désirées dans une banque de graines et *in situ* les individus dont les organes sont désirés. Les forts pourcentages de variation génétique étant présente au sein des populations, il conviendrait de conserver un grand nombre d'individus dans les populations de baobab pour piéger une plus grande diversité génétique au sein de l'espèce. Cependant, une telle pratique augmenterait des chances de manquer les allèles rares, en particulier dans les populations disjointes où sont également présents des phénotypes adaptés aux extrêmes climatiques. Dans ces cas, il est suggéré de conserver, des populations de différents zones géographiques et des individus de tous les morphotypes afin de pouvoir maximiser la diversité génétique dans les collections *ex situ* et en même temps augmenter la probabilité de conserver les allèles rares. Il est également recommandé de prélever des graines prévues pour la conservation *ex situ* sur un grand nombre d'individus de différents morphotypes et ceci dans toutes les zones climatiques ; ceci limiterait une faible diversité au sein des lots de graines à collecter et par conséquent un risque de dépression génétique et en même temps permettra de disposer des individus de fortes capacités adaptatives aux variations

few populations would capture a sufficient amount of the species' genetic variability. However, such a practice would increase the chance of missing rare alleles, particularly in disjunct populations, which also expresses extreme phenotypes for phenological traits related to climatic adaptation. We suggested in these cases to sample for *ex situ* gene conservation, populations from different geographic areas and individuals from all morphotypes to maximize genetic diversity for *ex situ* collections thereby increasing probability of conserving rare alleles. We have also recommended to sample seeds deployed for *ex situ* conservation in gene banks from a high number of individuals and within all climatic zones and morphotypes, thereby avoiding low genetic diversity within seedlots and consequently low risk of inbreeding depression and high adaptive capacity to environmental variation in trees to be planted within the parklands agroforestry systems. This is also important since it can allow for the sampling of different classes of alleles (widespread, localized, and rare). As far as the species restoration is concerned, it can be restored in all degraded areas located within the Sudanian (9°45' -12°25' N), and Sudano-Guinean (7°30' - 9°45' N) zones as these zones show the suitable ecological

environnementales, qui seront destinés à des plantations dans les systèmes et parcs agroforestiers.

La restauration de l'espèce pourra s'effectuer dans les sites dégradés des zones Soudanienne (9°45' - 12°25' N) et Soudano-Guinéenne (7°30' - 9°45' N) étant donné que ces zones ont montré des conditions écologiques appropriées pour le développement et la valorisation de l'espèce. En revanche, les secteurs situés dans les phytodistricts de « Pobè » et du « Côtier » dans la zone guinéenne (6°25' - 7°30' N) ne sont pas appropriés à la restauration du baobab. Cependant, certains sites dégradés situés dans les phytodistricts du « Côtier », de la « Vallée » et du « plateau » ayant des valeurs de pH, de % N et de C/N élevées (par exemple Comè, Sèhouè et Zogbodomey) peuvent être ciblés pour la restauration du baobab dans la zone Guinéenne du Bénin.

conditions for the species development and valorization. In contrast, the areas located within "Pobè" and "Côtier" phytodistricts in the Guinean zone of Benin (6°25' - 7°30' N) are not suitable for the baobab species restoration. Some degraded areas located in the "Côtier", "Vallée" and "Plateau" phytodistricts with high soil value of pH, %N and C/N (e.g Comè, Sèhouè and Zogbodomey) can be used for the baobab tree restoration in the Guinean zone of Benin.



Fig. 6.38: Variétés de capsules. | Capsules variability. AAS

Fig. 6.39: Variétés de pulpe. | Pulp colour variability. AAS

Fig. 6.40: Variétés de troncs de baobab. | Bark colour variability in baobab. AAS

6.10 *Azelia africana* *Caesalpinaceae*

Achille Ephrem ASSOGBADJO
Romain GLELE KAKAI
Brice SINSIN

DESCRIPTION DE *AFZELIA AFRICANA*

Azelia africana est une espèce d'arbre de la famille des Caesalpinaceae (Fig. 6.41). C'est un grand arbre (jusqu'à 35 m) répandu en Afrique de l'Ouest dans les zones de forêts sèches et dans les savanes. Le bois dur appelé doussié rouge est recherché pour les constructions extérieures et en particulier pour la marine. L'espèce est très exploitée comme bois d'œuvre, perches pour la construction, bois de service et bois d'énergie. Les peuplements sont souvent défrichés à des fins agricoles.

UTILISATION DE *AFZELIA AFRICANA*

Azelia africana est une essence de bois d'œuvre à haute valeur fourragère, économique et pharmacologique. Les feuilles de l'espèce constituent des pâturages aériens surtout en saison sèche dans le Nord du Bénin. Les branches sont élaguées par les éleveurs pour

les mettre à la disposition des animaux. L'écorce serait très efficace dans le traitement de beaucoup de maladies humaines. Pilées et mélangées au sel, elle favoriserait une bonne alimentation chez les bovins. Par ailleurs, le bois est très recherché et surexploité. Du fait de ces valeurs, l'espèce subit dans l'ensemble une pression anthropique⁷ sévère au Bénin (Carte 6.7).

CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DE *AFZELIA AFRICANA* AU BÉNIN

Les diamètres moyens des individus de *Azelia africana* varient significativement entre 30,61 cm à Pikiré à 69,29 cm à l'Okpara. On distingue 10 groupes homogènes de classes de diamètre pour *Azelia africana* au Bénin. Les localités à très faibles diamètres moyens sont majoritairement dans la zone Soudanienne tandis que celles ayant des individus de grand diamètre sont dans les zones Guinéo-Congolaise et Soudano-Guinéenne (Tab. 6.23). L'analyse de variance des hauteurs de *Azelia africana* a montré une différence significative des hauteurs d'une localité à une autre. Les plus grandes hauteurs moyennes sont enregistrées dans la zone Guinéo-Congolaise alors que les plus faibles hauteurs sont observées dans la zone Soudano-Guinéenne et la zone Soudanienne où les pressions

Azelia africana *Caesalpinaceae*

DESCRIPTION OF *AFZELIA AFRICANA*

Azelia africana is a tree species from the Caesalpinaceae family (Fig. 6.41). It is a large tree (up to 35 m) that is widespread in Western Africa in the dry forest zones bordering the savanna. The hard wood called *Azelia* or "doussié rouge" is sought for house building and especially for marine use. The species is overexploited for wood and firewood. The stands are often cleared for agricultural purposes.

UTILISATION OF *AFZELIA AFRICANA*

Azelia africana is a timber species with high forage, economic and pharmacological values. Its leaves are harvested for grazing during the dry season in the North of Benin. Stockbreeders prune the branches to make them available to animals. The bark seems very efficient in the treatment of many human

illnesses. Ground and mixed with salt, it seems to favour good fodder for cattle. Moreover, the wood is highly demanded and overexploited. As such, the species is under severe anthropic pressure in Benin (Map 6.7).

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF *AFZELIA AFRICANA* IN BENIN

The average diameters of *Azelia africana* individuals vary significantly between 30.61 cm in Pikiré to 69.9 cm in the Okpara. We distinguished 10 homogenous groups of diameter classes for *Azelia africana* in Benin. Locations with very small average diameters are in the Sudanian zone while the sites with large diameter individuals are in the Guineo-Congolese and Sudano-Guinean zones (Tab. 6.23). Analysis of the variation of heights of *Azelia africana* has shown a significant difference of heights from one location to another. The largest average heights were recorded in the Guineo-Congolese zone while the lowest heights were observed in the Sudano-Guinean zone and the Sudanian zone where the pruning pressures are too high (Tab. 6.23).

d'émondage sont trop élevées (Tab. 6.23).

Dans la forêt de la Lama en zone Guinéo-Congolaise a révélé un diamètre et une hauteur moyennes de 66,7 cm et 30,5 m respectivement.

DISTRIBUTION ET ECOLOGIE DE AFZELIA AFRICANA AU BÉNIN

Afzelia africana est une espèce largement répandue qui se rencontre dans les pays suivants: Bénin, Burkina Faso, Cameroun, République Centre-Africaine, Côte d'Ivoire, Ghana, Guinée, Guinée-Bissau, Mali, Niger, Nigéria, Ouganda, République Démocratique du Congo, Sénégal, Sierra Leone, Soudan, Tchad, et Togo. Au Bénin, *Afzelia africana* est répartie dans toutes les latitudes traversant le

Tab. 6.23: Diamètre moyens et hauteur moyenne de *Afzelia africana* par zone climatique. | Average diameter and height of *Afzelia africana* by climatic zone.

Zones climatiques	Diamètre moyen Average diameter cm (n)	Hauteur moyenne Average height m (n)
Soudano Guinéenne	48 (198)	10 (198)
Guinéo Congolaise	47 (160)	13 (160)
Soudanienne	42 (311)	9 (311)

n = nombre d'individus mesurés | number of individuals measured

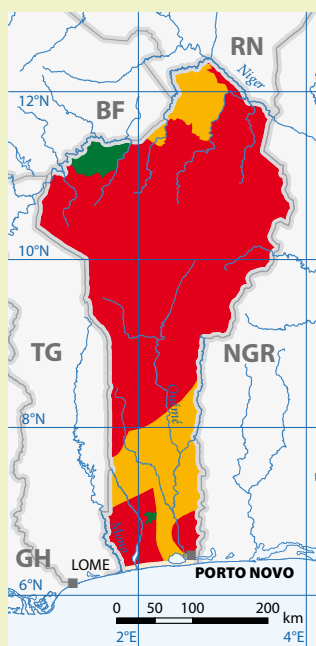
In the Guinea-Congolese zone, the Lama forest has shown an average diameter and height of 66.7 cm and 30.5 m respectively.

DISTRIBUTION AND ECOLOGY OF AFZELIA AFRICANA IN BENIN

Afzelia africana is a widespread species and can be found in the following countries: Benin, Burkina Faso, Cameroon, Central African Republic, Côte d'Ivoire, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Mali, Niger, Nigeria, Uganda, Democratic Republic of the Congo, Senegal, Sierra Leone, Sudan, Chad, and Togo. In Benin, *Afzelia africana* is distributed over all latitudes (06°30 to 12°30 N). It is

Fig. 6.41: *Afzelia africana*. MSC





**Menace sur
*Afzelia
africana*** **Threat to
*Afzelia
africana***

Forte	■	Strong
Moyenne	■	Medium
Faible	■	Slight

Carte 6.7: Menace sur *Afzelia africana* au Bénin.

Map 6.7: Threats for *Afzelia africana* in Benin.

Source : Sinsin et al., 2004

territoire national (06°30 à 12°30 N). Il s'agit d'une espèce rencontrée dans les forêts denses semi-déciduées[?], les savanes boisées et dans certaines galeries forestières. Au Nord du Bénin au-delà de 08° N, on la rencontre surtout dans les savanes arborées sur sols latéritiques et dans les savanes arborées saxicoles[?] à sol caillouteux. Les textures équilibrée (limono-sableuse et limono-argilo-sableuse) et sableuse (sablonneuse) sont celles sur lesquelles se développent *Afzelia africana*. Néanmoins, on la retrouve également sur sol à texture argileuse – cas de la Lama. Il existe en peuplement pur en région soudanienne dans les localités de Pikiré (Kérou) sous le nom « Gbésson » c'est-à-dire forêt d'*Afzelia africana*, de Wouroufina et de Tankoga (Kouandé).

STATUTS ET MENACES SUR AFZELIA AFRICANA AU BENIN

Afzelia africana est considérée vulnérable selon les Catégories de menaces de l'UICN. Au Bénin, trois niveaux de pression ont été identifiés pour *Afzelia africana* :

- Le groupe I (Localités de la zone Guinéo-Congolaise : Lama, Samiondji, Pobè, Mono, Kétou et Réserve de Biosphère de la

found in the dense semi-deciduous[?] forests, savanna woodlands and in some gallery forests. It is found in the North of Benin beyond 08° N, especially in the tree savannas on lateritic soils, and in saxicolous[?] tree savannas with stony ground. The species prefers silty-sandy or silty-sandy-clay or sandy-silt soils. Nevertheless, it is also found on clay soil (case of Lama). A pure population occurs in the Sudanian region around the localities of Pikiré (Kérou) under the name "Gbésson" or forest of *Afzelia africana*, and in the localities of Wouroufina and Tankoga (Kouandé).

STATUTES AND THREATS CONCERNING AFZELIA AFRICANA IN BENIN

Afzelia africana is considered vulnerable according to the IUCN red list. In Benin, three levels of pressure have been identified for the species:

- Group I: Localities of the Guineo-Congolese zone (Lama, Samiondji, Pobè, Mono and Kétou and pendjari National Park) which represents the localities where the species is subject to low or average pressure with on average more than 65 % of individuals intact. These localities are all situ-

ated in the South of Benin and benefit from a statute of protection.

- Le groupe II (Localités de la zone de transition Soudano-Guinéenne : Tasso, Sakabansi, Kérou, Okpara, Bétérou, Ségbana, Bensékou, Agbassa, Dogo, Toui et Bessassi,) qui représente les localités à fortes pressions sur *Afzelia africana* et où les individus intacts sont très rares ou absents,
- Le groupe III (Localités de la zone Soudanienne : Bembéréké, Firou, Gbéba, Pikiré, Birni, Toucountouna, Parc National du W) qui est celui des localités à très fortes pressions et les individus intacts sont rares ou absents.

Au Bénin, le degré de pression sur *Afzelia africana* varie en fonction de la latitude et du statut de protection des stations. Entre 06°30 et 08° N : (essentiellement le groupe I). Du côtier guinéen jusque dans le zou (06°30 à 08° N) où l'on observe que *Afzelia africana* à l'état naturel, les pressions se résument essentiellement à l'exploitation de l'espèce pour le bois d'œuvre. Ceci a déjà engendré dans certaines localités du Sud du Bénin une forte rareté de l'espèce. Le

ated in the South of Benin and benefit from a statute of protection.

- Group II: Localities in the Sudano-Guinean zone (Tasso, Sakabansi, Kérou, Okpara, Bétérou, Ségbana, Bensékou, Agbassa, Dogo, Toui and Bessassi) which represent the localities with strong pressure on the species and where intact individuals are very rare or absent.
- Group III: Localities of the Sudanian zone (Bembéréké, Firou, Gbéba, Pikiré, Birni, Toucountouna and National Park W) which are the ones in which the species is under a very high pressure and where intact individuals are rare or absent.

In Benin, the level of pressure on *Afzelia africana* varies according to the latitude and the protection statute of its habitats[?]. Between 06°30 and 08° N (Group I). From the Guinean coast to Zou (06°30 to 08° N) where *Afzelia africana* is observed in its natural state the pressures can, essentially, be summarized to the exploitation of the species for its wood. This has already caused the great scarcity of the species in some localities in the south of Benin. The most illustrative case is the Department of Mono (Kouffo) where an extreme rarity of the species has been noted.

cas le plus illustratif est le Département du Mono (Kouffo) où l'on a noté une extrême rareté de l'espèce. Entre 08° et 11°45 N (Essentiellement les groupes II et III): La pression sur l'espèce est très remarquable et est dans le plus grand nombre des cas occasionnée par les éleveurs. Le pâturage aérien observé après le passage des feux de saison sèche par des émondages répétés des arbres est la cause fondamentale des mutilations subies par l'espèce. Ensuite viennent les exploitations pour la pharmacopée traditionnelle et pour le bois d'œuvre.

Between 08° and 11°45 N (mainly groups II and III), the pressure on the species is very high and, in the majority of cases, caused by the animal breeders. Leaves and branches pruning after the vegetation fire in the dry season are the main causes for the species mutilations. This is followed by the uses for traditional pharmacopeia and the use for its wood.



Fig. 6.42: Gousse de *Afzelia africana* montrant les graines à l'intérieur. | *Afzelia africana* pod showing the seeds inside. AAS

Fig. 6.43: Graines de *Afzelia africana*. | *Afzelia africana* seeds. AAS

Fig. 6.44: *Afzelia africana* tronc. | *Afzelia africana* bark. MSC

6.11

Tamarindus indica L.

Leguminosae

Belarmain FANDOHAN

Achille Ephrem ASSOGBADJO

Brice SINSIN

INTRODUCTION

Tamarindus indica est une espèce arborescente à usage multiple de la famille des légumineuses (Fig. 6.45). Il s'agit d'une espèce à croissance lente, à longue durée de vie, au feuillage persistant, pouvant atteindre une hauteur de 30 m avec un houppier dense et élancé. Cette espèce pousse dans la plupart des pays tropicaux et dans une grande variété d'**habitats**[?], allant des zones naturelles jusqu'à des zones anthropogènes. Cette espèce arborescente revêt une grande importance en raison de son utilisation à des fins alimentaires. En dépit de la reconnaissance et de l'importance socio-économique et industrielle des produits dérivés de la *T. indica*, l'espèce demeure sous-utilisée et non améliorée, et sa population comme ses ressources génétiques sont en régression dans un grand nombre de pays.

Tamarindus indica L.

Leguminosae

INTRODUCTION

Tamarindus indica is a multipurpose tree species of the Leguminosae family (Fig. 6.45). The species is slow-growing, long-lived, **evergreen**[?] tree species which can reach up to 30 m in height with a dense and spreading crown. The species grows in most of the tropical countries in a wide range of **habitats**[?] ranging from natural zones to **anthropogenic**[?] ones. It is an important tree species with resources used for livelihoods. Despite the widely known socio-economic and industrial uses of *T. indica* products, the species is still under used, unimproved and its population and genetic resources are reported to be declining in many countries.

DISTRIBUTION, DENSITE ET CARACTERISTIQUES DE L'HABITAT DU TAMARINIER AU BENIN

Le tamarinier est très répandu au Bénin (Carte 6.8). L'espèce a été répertoriée dans toutes les régions, à l'exception du district phytogéographique de la vallée de l'Ouémé. Elle évolue surtout parmi la végétation naturelle de la zone guinéenne, où elle s'est établie sur différents types de sols, à l'exception des sols hydromorphes et halomorphes. La densité des arbres diminue entre la zone soudanaise (environ 1 individu/km²) et la zone guinéenne (< 1 individu/km²) (Carte 6.8). L'espèce est plutôt rare dans la zone guinéenne, où certains individus ont aussi été plantés il y a 20 ou 60 ans.

IMPORTANCE ETHNOBOTANIQUE ET ECONOMIQUE DU TAMARINIER AU BENIN

Le tamarinier a un rôle important en tant que source de revenus pour la population locale. D'ailleurs, l'espèce est surtout connue pour ses fruits. Le tableau 6.25 montre quelques noms locaux donnés à l'espèce au Bénin. La pulpe gluante se consomme souvent fraîche mais se décline aussi en une grande variété d'usages culinaires, parmi lesquels le jus et les boissons. Le concentré de pulpe du fruit aurait par ailleurs de solides propriétés fongicides et bactéricides.

DISTRIBUTION, DENSITY AND HABITAT CHARACTERISTICS OF TAMARIND IN BENIN

Tamarind is widespread in Benin (Map 6.8). The species has been identified in all the phytogeographical Districts except those in the phytodistrict of Ouémé-valley. It is mostly found in the natural vegetation of the Guinean zone where it is established on various types of soil except on the hydromorphic and halomorphic ones. The tree density decreased from the Sudanian zone (about 1 individual/km²) to the Guinean zone (< 1 individual/km²) (Map 6.8). The species is rare in the Guinean zone where some individuals have been reported to be planted 20-60 years ago.

ETHNOBOTANY AND ECONOMIC IMPORTANCE OF TAMARIND IN BENIN

Tamarind plays an important role in local communities' livelihoods. Indeed, the species is best known for its fruits. Table 6.25 show some local names of the species in Benin. The sticky pulp is often eaten fresh but has many other culinary uses for example in juice and drinks. Extracts from the fruit pulp have been reported to have potent fungicidal and bactericidal properties.

Les feuilles et le feuillage du tamarinier peuvent servir de fourrage pour le bétail tandis que la futaie, quoique très dure, sert à fabriquer des meubles et des outils. Les fruits et les feuilles du tamarinier sont réputés pour leurs propriétés médicinales et sont historiquement utilisés pour guérir des maux intestinaux et des infections cutanées. Les fruits du tamarinier s'utilisent fréquemment dans la préparation de boissons, comme laxatif ou purgatif. La population locale l'utiliserait aussi comme médicament contre le paludisme. Les écorces sont souvent utilisées comme médicament pour le traitement des plaies incurables. Les graines toastées ou bouillies sont consommées par la population locale. La pulpe du fruit est vendue sur le marché (voir photo) et constitue une source de revenus pour la population locale. Sur le marché rural du Bénin, le kilogramme de pulpe de fruit coûte entre 0,5 \$US et 1 \$US, selon la saison.

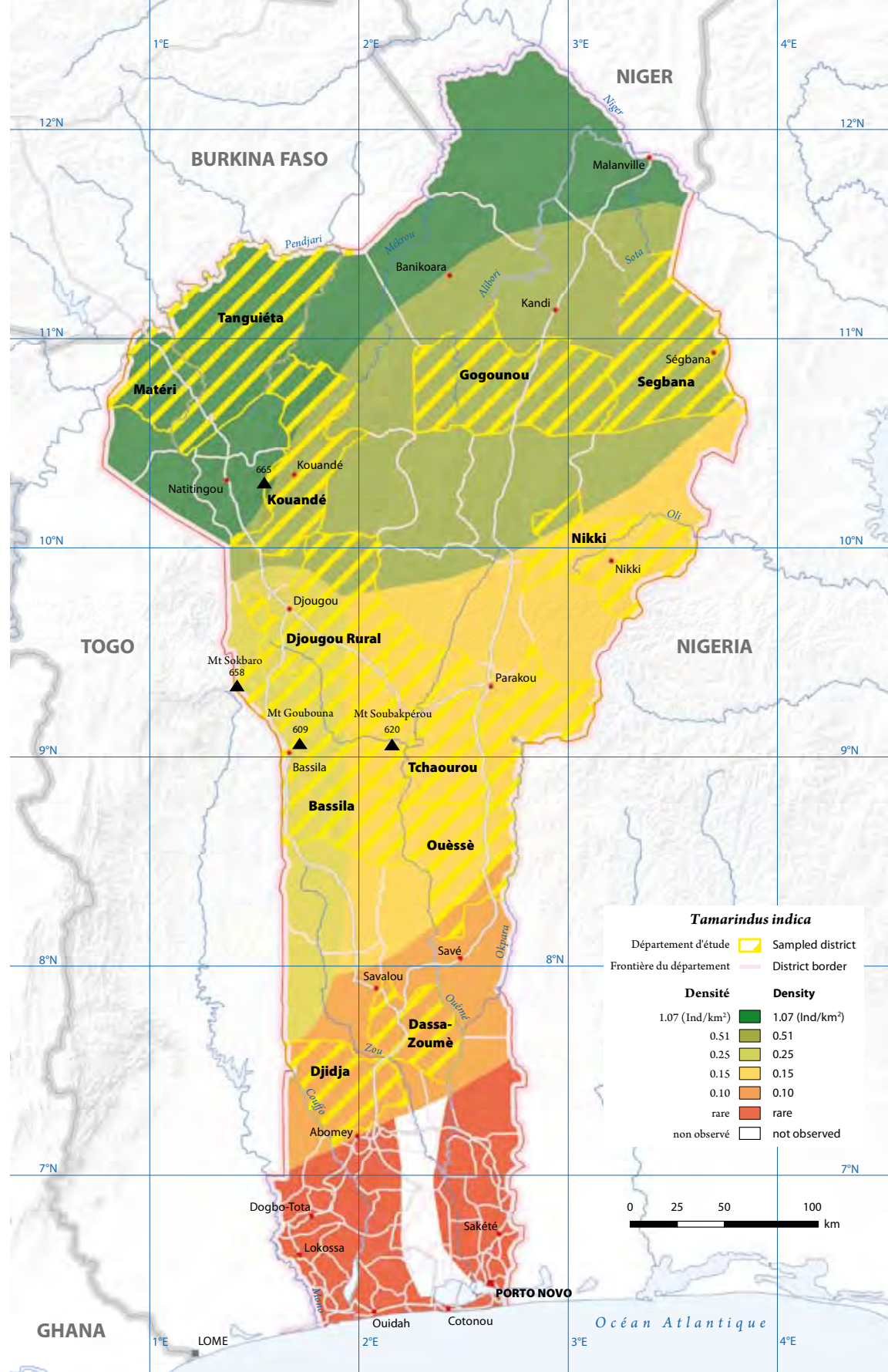
DIVERSITE GENETIQUE DE LA POPULATION DE TAMARINIER

T. indica est une espèce diploïde. Jusqu'à présent, aucune étude de diversité génétique n'a été réalisée sur *T. indica* au Bénin. Cependant, une étude de diversité génétique effectuée par marqueurs RAPDs⁷ sur 10 populations échantillonnées en Asie (Inde et

Tab. 6.25: Noms locaux du tamarinier *Tamarindus indica* au Bénin. Local names of tamarind (*Tamarindus indica*) in Benin.

Groupe ethnique Ethnic group	Nom local Local name
Fon	Jévi
Nago	Ajagbôn
Dendi	Bobose
Bariba	Môsôsô

The leaves and foliage of tamarind can be used as forage for cattle and the timber, though very hard, can be used to make furniture and tools. Tamarind fruit and leaves are reputed to have medicinal properties and have been used in the past for health problems such as intestinal ailments and skin infections. Most commonly, the fruit pulp was used to make beverages, as laxative and as purgative. It is recorded be used against malaria by local people. Barks were frequently used as a medicine in the treatment of hardly curable wounds. Seeds are roasted or boiled and eaten by local people. The fruit pulp is sold on market (Fig. 48) and is a source of income for local people. In



Carte 6.8: Distribution et densité du tamarinier *T. indica* au Bénin.

Map 6.8: Distribution and density of tamarind *T. indica* in Benin.

Thaïlande), en Afrique (Burkina Faso, Sénégal, Kenya et Tanzanie) et sur trois îles (Madagascar, La Réunion et Guadeloupe) révèle que l'espèce dispose d'une forte diversité génétique intra-population ($H = 0,38$) avec une valeur plus importante obtenue sur le peuplement du Cameroun ($H = 0,77$). La différenciation génétique inter-population est également fort significative. Le cloisonnement de la variation génétique parmi les populations d'Afrique met en évidence des différences prononcées entre les populations de l'Ouest et de l'Est du continent.

CARACTERISTIQUES DENDROMETRIQUES DE *T. INDICA* SELON LE TYPE D'HABITAT

Les caractéristiques dendrométriques de *T. indica* varient selon le type d'habitat. Le diamètre moyen à hauteur de poitrine varie considérablement entre les différents habitats, allant de 42,9 cm dans les parcs agroforestiers, jusqu'à 28,88 cm dans les galeries forestières. La hauteur moyenne varie aussi considérablement d'un habitat à un autre, allant de 42,9 cm dans les parcs agroforestiers jusqu'à 28,88 cm dans les savanes arborées. Le tableau 6.26 présente

Tab. 6.26: Caractéristiques dendrométriques de *T. indica* selon les différents types d'habitats au Nord du Bénin. | Dendrometric characteristics of *T. indica* according to various types of habitat in Northern Benin.

Paramètres dendrométriques Dendrometric parameters	Habitats					
	Galerie forestière Gallery forest		Savane arborée Savanna woodlands		Parc agroforestier Parklands	
	m ± sd	CV	m ± sd	CV	m ± sd	CV
Densité Density (ind./ha)	39,12 ± 5,85 (a)	61,67	5 ± 0,86 (b)	72,93	2,46 ± 0,4 (c)	103,4
Régénération Regeneration/ha	13,82 ± 4,46 (a)	144,98	1,11 ± 0,61 (b)	243,03	0 (c)	-
DBH DBH (cm)	28,88 ± 1,43 (b)	64,00	29,02 ± 2,41 (b)	51,34	47,87 ± 1,99 (a)	42,9
Hauteur Height (m)	10,69 ± 0,50 (b)	52,02	10,50 ± 0,77 (b)	52,02	12,76 ± 0,42 (a)	38,06

Pour une même ligne a > b > c For a same line a > b > c

the rural markets of Benin, the kg of the fruit pulp cost between US\$ 0.5 and US\$ 1 depending on the season.

GENETIC DIVERSITY OF TAMARIND POPULATIONS

T. indica is a diploid species with a chromosome number of $2n = 24$. To date, no study on the genetic diversity's is done on *T. indica* in Benin. However, genetic diversity using RAPDs² markers on 10 populations sampled from Asia (India and Thailand), Africa (Burkina Faso, Senegal, Kenya and Tanzania) and, from three islands (Madagascar, Réunion and Guadeloupe) indicated that the species has a high intra population genetic diversity ($H = 0.38$) with a higher value obtained in the population from

Cameroon ($H = 0.77$). The among-populations, was also highly significant. The partitioning of genetic variation within African populations showed a high differentiation between populations from the West and the East of the continent.

DENDROMETRIC CHARACTERISTIC OF *T. INDICA* ACCORDING TO THE TYPES OF HABITAT

The dendrometric characteristics of *T. indica* vary significantly between habitats. The mean diameter at breast height varied significantly between habitats, ranging from 42.9 cm in parklands to 28.88 cm in gallery forests. The mean height also varied significantly between habitats, ranging from 12.76 m in

les changements des caractéristiques dendrométriques en fonction des différents types d'habitats au Nord du Bénin, où l'espèce évolue naturellement.

CARACTERISTIQUES BIOCHIMIQUES DES ORGANES DE TAMARINIER

Les analyses bio-chimiques indiquent que les feuilles de tamarinier et la pulpe de tamarin du Bénin sont pauvres en lipides (à partir de 0,1 %). En outre, ces analyses montrent que 100 g de pulpe de tamarin contiennent 3,1 % de protéines ; 5,6 % de fibres ; 2,9 % de cendre, 0,17 % Ca ; 0,11 % P et 0,11 % Fe et ont un apport énergétique de 283 calories. Les feuilles sont riches en protéines (14,1 %).

BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

Les paramètres de foliation, de floraison et de fructification de *T. indica* ont fait l'objet de contrôles dans trois zones climatiques du Bénin. Ces contrôles ont montré que les tamariniers perdent jusqu'à 75 % de leur feuillage avant la fin de la saison sèche (mars) dans la zone soudanaise tandis qu'ils restent verts toute l'année dans la zone guinéenne. La floraison atteint son pic au mois de mai dans la zone guinéenne alors qu'elle ne fait que commencer à l'autre

parklands to 10.50 m in savanna woodland. Table 6.26 shows changes in dendrometric characteristic according to various habitats in northern Benin where the species occurred naturally.

BIOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF TAMARIND ORGANS

Chemical analyses show that tamarind fruit pulp and leaves from Benin are poor in lipids (from 0.1 %). Furthermore, 100 g of the fruit pulp contain 3.1 % protein, 5.6 % fibre, 2.9 % ash, 0.17 % Ca, 0.11 % P, et 0.11 % Fe and provided 283 cal energy. Leaves are rich in protein (14.1 %).

REPRODUCTIVE BIOLOGY OF TAMARIND

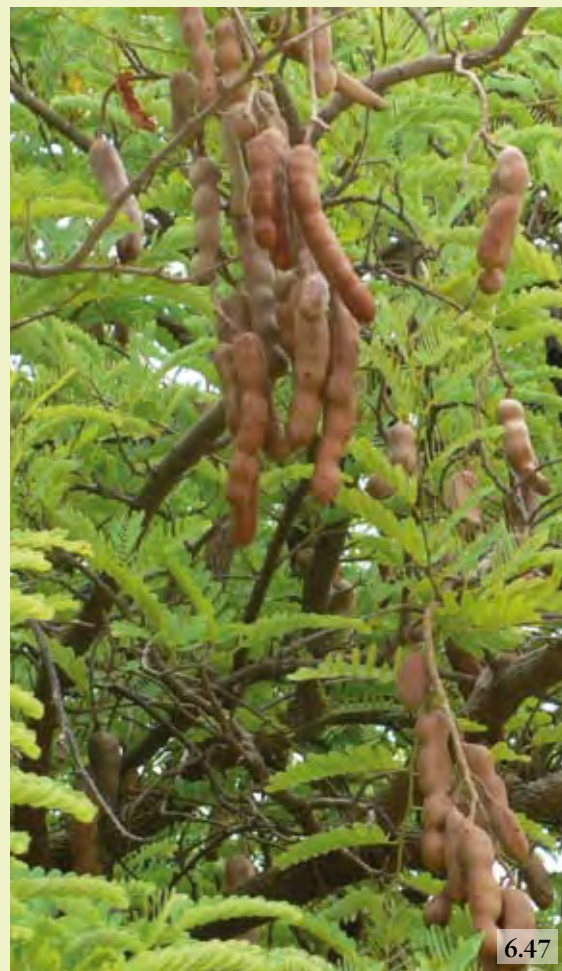
T. indica leafing, flowering and fruiting patterns have been monitored in the three climatic zones of Benin. The monitoring revealed that tamarind trees reach up to 75 % leaf shedding by the end of the dry season (March) in the Sudanian zone while they remain green year-round in the Guinean zone. Flowering reaches a peak in May in the Guinean zone while it has just begun in the North Sudanian zone. Fruiting starts at the peak of



Fig. 6.45: *Tamarindus indica* BSI



6.46



6.47



6.48

extrême de la zone soudanienne. La mise à fruit débute quand la saison des pluies bat son plein (mai-juin) et les fruits atteignent leur taille maximale deux mois plus tard dans les zones guinéenne et soudano-guinéenne. Dans la zone soudanienne, la mise à fruit est retardée de deux ou trois mois par rapport à la zone guinéenne. Ces résultats suggèrent que les paramètres de foliation, de floraison et de fructification du tamarinier sont influencés par les variations climatiques. La **pollinisation**⁷ contrôlée indique que le tamarinier est principalement une espèce de à fécondation croisée, avec un très faible niveau d'autofécondation, et une absence d'apomixie. Le pollen a pu être stocké à long terme, on a pu observer une variation de sa taille, ainsi qu'une très faible stérilité.

MULTIPLICATION PAR SEMENCES

Le tamarinier peut être cultivé à partir des semences et par multiplication végétative. La multiplication du tamarinier à partir de la semence est plutôt simple, cependant la pollinisation croisée apporte souvent des variations sur les nouvelles pousses. Les semences germent généralement au bout d'une semaine et peuvent conserver leur pouvoir germinatif pendant plusieurs mois, pour autant qu'elles soient conservées dans un endroit sec. Les échantillons

the rainy season (May-June) and fruits reach their full size two months later in the Guinean and the Sudano-Guinean zones. In Sudanian zone, fruiting starts delayed about two-three months compared with the Guinean zone. These results have suggested leafing, flowering and fruiting patterns of tamarind to be influenced by climatic variations. Controlled **pollinations**⁷ indicate that tamarind is a predominantly out crossing species with extremely low level of selfing, apomixis was absent. Long term pollen storage was possible, variation in pollen size was observed and pollen sterility was very low.

PROPAGATION OF TAMARIND SEED

Tamarind can be grown from seed and vegetative propagation. It is easily grown from seed, however there is often variation in the offspring due to cross pollination. Seeds usually germinate within a week and can retain their viability for several months

Fig. 6.46: *Tamarindus indica*: Fleur. | Flower. MSC

Fig. 6.47: *Tamarindus indica*: Fruit. | Fruit. BSI

Fig. 6.48: *Tamarindus indica*: Pulpe. | Fruit pulp. AAS

de semences de tamarinier provenant de plusieurs zones du Bénin germent 6 jours après l'ensemencement avec un taux moyen de germination de 97,78 %. Néanmoins, en fonction des types de traitements, la réaction du tamarinier à la germination varie selon la provenance des semences. En raison de la nature imprévisible des pousses issues de la multiplication par semences, la multiplication par bouture offre une méthode alternative, relativement facile et bon marché. Le greffage, l'écussonnage et le marcottage aérien sont d'autres méthodes de multiplication envisageables ; ces arbres donneront des fruits au bout de 3 ou 4 ans.

STRATEGIES DE CONSERVATION DES RESSOURCES GENETIQUES DE *T. INDICA* AU BENIN

Puisque aucune diversité génétique n'est effectuée sur les espèces du Bénin, il serait hasardeux de concevoir de solides stratégies de conservation des ressources génétiques de *T. indica* dans le pays, en utilisant la variabilité morphologique comme seul paramètre. Cependant, il existe une grande variation génétique au sein des populations. Par conséquent, il suffirait de collecter un grand nombre d'échantillons de quelques populations pour capturer une grande variabilité génétique de l'espèce. Cependant, cette méthode

provided they are kept dry. Tamarind seeds sampled from various climatic zones of Benin can germinate 6 days after sowing with a mean germination rate of 97.78 %, 11 days after sowing. However, depending on the types of treatment, response of tamarind to germination varies with seeds provenance. Due to the unreliable nature of the offspring from seed propagation, tamarind may also be propagated by stem cuttings; this method is relatively cheap and easy. Veneer grafting, shield budding and air layering can also be used successfully to propagate desirable selections; these trees will usually bear fruit within 3-4 years.

CONSERVATION STRATEGIES OF *T. INDICA* GENETIC RESOURCES IN BENIN

Since no genetic diversity study is done on the species in Benin, it will be tricky to design sound conservation strategies for *T. indica* genetic resources in the country based only on its morphological variability. However, the high level of genetic variation is present within populations. Consequently, large numbers of samples from a few populations would capture a sufficient amount of the species' genetic variability. However,

pourrait augmenter le risque de perte d'allèles rares, notamment entre les populations éloignées, ce qui représente également des phénotypes extrêmes pour des caractéristiques phénologiques liées à l'adaptation climatique au Bénin. Dans ces cas, nous suggérons de réaliser un échantillonnage pour une conservation *ex situ* des gènes, sur plusieurs populations de différentes zones climatiques et sur des individus de tous les **morphotypes**⁷ possibles afin d'optimiser la diversité génétique pour des collections *ex situ*, et ainsi augmenter les probabilités de conserver les allèles rares.

such practice would increase the chance of missing rare alleles, particularly in disjoint populations, which also expresses extreme phenotypes for phenological traits related to climatic adaptation in Benin. We suggested in these cases to sample for *ex situ* gene conservation, populations from different geographic areas and individuals from all **morphotypes**⁷ to maximize genetic diversity for *ex situ* collections thereby increasing probability of conserving rare alleles.

6.12

Parkia biglobosa (Jacq.) G. Don Leguminosae

Achille Ephrem ASSOGBADJO
A.C. BOUKO
Jean T.C. CODJIA
Brice SINSIN

INTRODUCTION

Communément appelé 'nééré' dans plusieurs pays d'Afrique de l'Ouest, *Parkia biglobosa*, est une espèce de la famille des Leguminosae, sous famille des Mimosoideae et de la tribu des Mimosae (Fig. 6.49). Elle appartient au genre *Parkia* qui compte à ce jour environ 34 espèces réparties dans trois centres de diversité distincts en Amérique du Sud (18 espèces), en Afrique (4 espèces dont une à Madagascar) et en Asie (12 espèces). Espèce typique des parcs agroforestiers, répandue dans la savane soudanienne, *Parkia biglobosa* présente de multiples fonctions et constitue une source inestimable de biens et de services pour les communautés locales en Afrique de l'Ouest.

DISTRIBUTION ET CARACTERISTIQUE DE L'HABITAT DE *PARKIA BIGLOBOSA*

Parkia biglobosa ou nééré est une espèce à fonctions multiples, caractéristique des parcs arborés de la savane soudanienne et largement répandue en Afrique de l'Ouest et du Centre. La distribution pan-tropicale de *Parkia* se serait faite à une période reculée, probablement avant l'Eocène (34 à 56 millions d'années avant notre ère) qui correspond à l'époque de la découverte des premiers fossiles de chauve-souris. Au Bénin, le nééré est une espèce des savanes soudanienne et soudano-guinéennes répandue dans les champs et jachères à partir de 7° de latitude Nord (Carte 6.9). Toutefois, la littérature révèle que l'espèce peut se développer dans des zones où la pluviométrie est comprise entre 500 mm en région sahélienne et 2200 mm en Guinée-Bissau avec des records de plus de 3500 mm en Sierra Léone et de 4500 mm en Guinée Conakry. Au Bénin, l'espèce est établie sur les sols limoneux profonds, mais se rencontre aussi sur les sols latéritiques peu profonds, des sols latéritiques épais, des buttes caillouteuses et des collines rocailleuses.

Parkia biglobosa (Jacq.) G. Don Leguminosae

INTRODUCTION

Commonly called 'nééré' (locust bean tree) in several West African countries, *Parkia biglobosa* is a species of the Leguminosae family, subfamily of the Mimosoideae and the tribe of Mimosae (Fig. 6.49). It belongs to the *Parkia* genus, which today numbers around 34 species spread throughout three distinct centres of diversity; in South America (18 species), in Africa (four species, of which one is in Madagascar) and in Asia (12 species). A species typical of **agroforestry** parks, widespread in the Sudanian savanna, *Parkia biglobosa* features many functions and constitutes an invaluable source of goods and services for local communities in West Africa.

DISTRIBUTION AND CHARACTERISTICS OF THE HABITAT OF *PARKIA BIGLOBOSA*

Parkia biglobosa or locust bean tree is a species with multiple functions, characteristic of the wooded parks of the Sudanian savanna and widespread in West and Central Africa. The pan-tropical distribution of *Parkia* probably occurred during a distant period, probably before the Eocene period (34 to 56 million years BC), which corresponds to the time of the discovery of the first bat fossils. In Benin, the locust bean tree is a species of the Sudanian and Sudanian-Guinean savannas spread over the fields and fallow land from 7° of latitude north (Map 6.9). However, documentation reveals that the species can develop in zones where the rainfall is between 500 mm in the Sahelian region and 2200 mm in Guinea-Bissau, with records of more than 3500 mm in Sierra Leone and 4500 mm in Guinea Conakry. In Benin the species is established on deep silt soils, but is also found on shallower lateritic soils, thick lateritic soils, stony outcrops and rocky hills.

ETHNOBOTANIQUE ET IMPORTANCE SOCIO-ECONOMIQUE DE *PARKIA BIGLOBOSA* AU BENIN

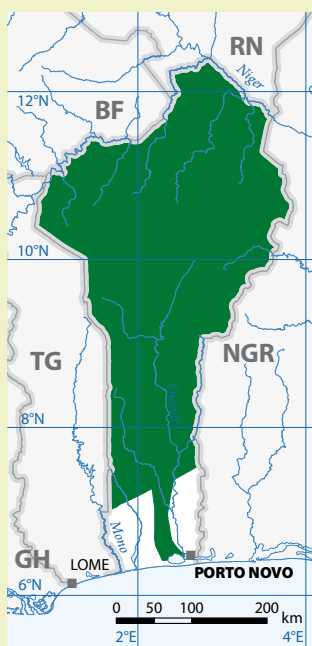
L'importance socio-économique du néré s'explique par ses multiples fonctions alimentaires, agroforestières, médicinales et culturelles. Considérée comme un symbole de paix et du bien-être par différentes groupes ethniques du Bénin, les produits du néré interviennent dans les cérémonies de naissance, baptême, excision, mariage, funérailles, etc. Le néré est différemment dénommé par différents groupes ethniques au Bénin (Tab. 6.27). Les graines fermentées (sumbala, afintin) riches en protéines et acides aminés essentiels et la pulpe de néré riche en carbohydrates, sont largement consommées par les populations rurales et urbaines et leur vente génère des revenus substantiels, pour de nombreuses femmes en particulier. Au Bénin, les différents organes de l'arbre sont largement et diversement utilisés en médecine et pharmacopée traditionnelle soit en usage interne et/ou externe, soit en association avec d'autres plantes pour le traitement de plusieurs affections telles que les affections parasitaires, les affections de l'appareil circulatoire, celles de l'appareil respiratoire, de la peau et de la plupart des affections de l'appareil digestif. Répartis à travers les champs et les jachères en zone soudanienne, les peuplements de néré jouent

ETHNOBOTANICAL AND SOCIOECONOMIC IMPORTANCE OF *PARKIA BIGLOBOSA* IN BENIN

The socioeconomic importance of the locust bean tree can be explained by its multiple functions for food, agroforestry, medicine and culture. Considered as a symbol of peace and well-being by different ethnic groups of Benin, the products of the locust bean tree are involved in the ceremonies of birth, baptism, female circumcision, marriage, funerals, etc. The locust bean tree is given different names by different ethnic groups in Benin (Tab. 6.27). The fermented grains (sumbala, afintin), rich in proteins and essential amino acids, and the pulp of the locust bean tree, rich in carbohydrates, are widely consumed by rural and urban populations and their sale generates substantial income for many women in particular. In Benin, the different parts of the tree are widely and diversely used in medicine and traditional healing, either for internal and/or external use, or in combination with other plants for the treatment of several complaints such as **parasite** illnesses, circulatory illnesses,



Fig 6.49: *Parkia biglobosa* MSC



Parkia biglobosa

Présence ■ Present

Carte 6.9: Distribution du néré au Bénin.

Map 6.9: Distribution of the locust bean tree in Benin.

Tab. 6.27: Noms locaux donnés au Néré au Bénin. Local names of Néré in Benin.

Groupe socio-linguistique Ethnic group	Noms locaux Local name
Fon / Goun	Ahwatin
Yoruba/Nago	Ayidan
Dendi	Dooso
Bariba	Dombu

un rôle important dans l'amélioration de la fertilité des sols et dans leur protection contre l'érosion éolienne⁷ et pluviale. La commercialisation des produits de néré génère des revenus importants aux populations locales notamment les femmes. Le prix de la graine va de manière croissante de décembre pour atteindre un pic en février. Durant la même période, la pulpe est rare sur le marché (Fig. 6.49).

DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE DE *PARKIA BIGLOBOSA*

Les études de diversité génétique de *Parkia biglobosa* ont été effectuées sur 64 populations naturelles réparties à travers 11 pays d'Afrique de l'Ouest (y compris le Bénin) et du Centre. Les paramètres de diversité intra population ont révélé des valeurs relativement élevées, avec un nombre moyen d'allèles (A) de 4,13, un

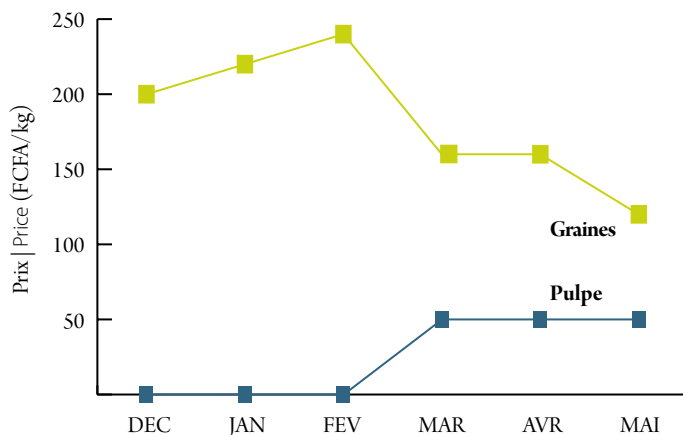


Fig. 6.49: Evolution des prix de la pulpe et des graines. | Change in pulp and grain prices.

respiratory and skin complaints, and most illnesses concerning the digestive system. Spread throughout the fields and fallow land in the Sudanian zone, the locust bean tree populations play an important role in improving soil fertility and protecting soil against wind and rain erosion. The commercialization of locust bean tree products generates significant revenue for local populations, in particular women. The price of the grain goes up from December, reaching a peak in February. During the same period, the pulp is rarely found on the market.

pourcentage de polymorphisme (P) de 100 % et un taux d'hétérozygotie attendue (H_e) de 0,34. La valeur importante du flux de gène ($N_m = 1,61$) et la faible différenciation génétique moyenne entre les populations ($F_{st} = 0,13$) indiquent qu'un niveau d'échange de gènes assez significatif se fait entre les populations et qu'une part importante de la diversité génétique de l'espèce est d'origine intrapopulation. La matrice des distances génétiques montre des valeurs peu élevées, comprises entre 0 et 0,240; ce qui indique que les populations présentent une ressemblance génétique et laisse supposer qu'elles appartiennent à un même groupe génétique. Ce niveau de diversité et cette structuration génétique seraient essentiellement le fait de l'histoire évolutive de l'espèce, sans goulot d'étranglement, de la biologie de la reproduction (indice de synchronisme et taux d'allofécondation élevé) et de l'action de l'Homme qui a développé au cours du temps, les parcs à néré et favorisé les flux de gène entre eux.

CARACTERISTIQUES DENDROMETRIQUES ET PRODUCTIVITE DE NERE AU BENIN

L'étude sur la variabilité morphologique du néré au Nord du Bénin a montré une quasi absence de régénération naturelle et une

GENETIC DIVERSITY OF *PARKIA BIGLOBOSA*

Studies of the genetic diversity of *Parkia biglobosa* were carried out on 64 natural populations spread throughout 11 countries in West Africa (including Benin) and Central Africa. The intrapopulation diversity parameters revealed relatively high values, with an average number of alleles (A) of 4.13, a percentage of polymorphism (P) of 100 % and an anticipated rate of heterozygosity (H_e) of 0.34. The important value of the **gene flow**⁷ ($N_m = 1.61$) and the low average genetic differentiation between the populations ($F_{st} = 0.13$) indicate that a fairly significant level of gene exchange occurs between the populations and that a significant part of genetic diversity of the species is of intrapopulation origin. The matrices of the genetic distances show values that are not very high, falling between 0 and 0.240, which indicates that the populations display a genetic resemblance and leads to the assumption that they belong to the same genetic group. This level of diversity and this genetic structure might essentially be due to the evolutionary history of the species, without any bottleneck or slowing down, of the biology of reproduction (incidence of synchronism and increased rate of allofertilisation) and the actions of man who has developed the

forte prédominance des individus de diamètre compris entre 60 et 90 cm (Fig. 6.50). Par ailleurs, une corrélation positive est observée entre le diamètre du pied de néré et sa productivité (Fig. 6.51).

BIOLOGIE DE REPRODUCTION

Les observations de la floraison et de la fructification ont établi que *Parkia biglobosa* a un profil de type saisonnier et se déroule principalement en saison sèche comme la plupart des espèces de la savane soudanienne. *Parkia biglobosa* est pollinisée par des chauve-souris **frugivores**⁹ de la famille des Pteropidés (Megachiroptera: Pteropodidae) dont notamment *Epomophorus gambianus*, *Eidolon helvum*, etc. D'autres pollinisateurs effectifs, des insectes notamment (abeilles, bourdons, guêpes, etc.) sont également répertoriés. L'anthèse est nocturne et dure une nuit. *Parkia biglobosa* est une espèce diploïde dont le nombre exact de chromosomes reste toujours à élucider. L'estimation des paramètres du système de reproduction a montré des taux d'allofécondation élevés (> 0,90) ce qui suggère que l'espèce présente un système d'auto-incompatibilité partielle, caractéristique répandue chez la plupart des espèces hermaphrodites.

parks of locust bean tree over time and helped the gene flow between them.

DENDROMETRIC CHARACTERISTICS AND PRODUCTIVITY OF THE LOCUST BEAN TREE IN BENIN

A study on the morphological variability of the locust bean tree in the north of Benin has shown almost an absence of natural regeneration and a high predominance of individual trees with a diameter between 60 and 90 cm (Fig. 6.50). In addition, a positive correlation was observed between the diameter of the *Parkia* tree and its productivity (Fig. 6.51).

BIOLOGY OF REPRODUCTION

Observations of its flowering and fruiting have established that *Parkia biglobosa* has a seasonal type profile and mainly unfurls during the dry season, like the majority of species of the Sudanian savanna. *Parkia biglobosa* is pollinated by fruit bats of the Pteropidae family (Megachiroptera: Pteropodidae), in particular *Epomophorus gambianus*, *Eidolon helvum*, etc. Other effective pollinators, notably insects (bees, bourdons, wasps, etc.) have also been identified. The anthesis is nocturnal and lasts for one

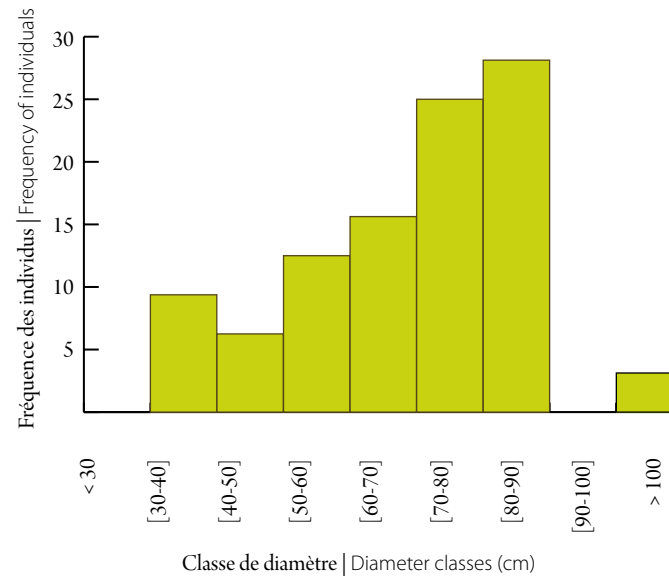


Fig. 6.50: Fréquence de répartition des individus de *Parkia biglobosa* par classe de diamètre dans le Nord du Bénin. | Distribution frequency of *Parkia biglobosa* individual according to diameter in the north of Benin.

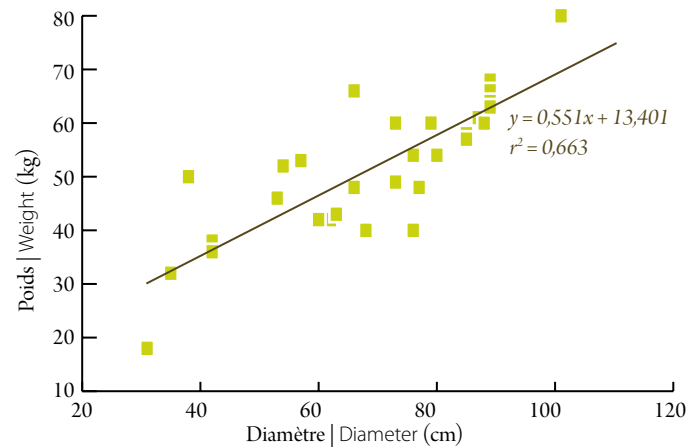


Fig. 6.51: Courbe de régression linéaire du poids du fruit en fonction du diamètre. L'équation de cette corrélation est : Poids du fruit (kg) = 13,401 + 0,551 x Diamètre (cm) avec $r^2 = 0,663$. | Linear regression graph of the weight of fruit according to its diameter. The equation of this correlation is: weight of fruit (kg) = 13.401 + 0.551 x diameter (cm) with $r^2 = 0.663$.

PROPAGATION ET DYNAMIQUE DE CROISSANCE DE *PARKIA BIGLOBOSA*

Le néré est relativement facile à régénérer. Sa propagation se fait principalement par voie de semis des graines. La multiplication végétative, y compris la micro-propagation sont également des voies possibles de régénération de l'espèce. Les semis de graines en pépinière se font généralement en pots. Leur entretien nécessite un arrosage régulier, un désherbage et un binage toutes les deux semaines, ce qui assure une bonne croissance des plantules. Au bout de 20 semaines, les plantules mesurent entre 20 et 24 cm et peuvent être transplantées. En plantation, la croissance de l'espèce est relativement rapide et l'on obtient en un an des plants mesurant 1 m, et certains pieds parmi les meilleures provenances peuvent atteindre 7 m au bout de 6 ans. Un écartement de 10 m x 10 m est convenable pour un bon développement des plants. L'arbre commence à fleurir entre 5 et 7 ans alors qu'il est encore petit et n'atteindra sa taille définitive qu'entre 30 et 50 ans.



6.52

CONSERVATION DES RESSOURCES GENETIQUE DE *PARKIA BIGLOBOSA*

L'état de vulnérabilité du néré dans son aire de distribution et

night. *Parkia biglobosa* is a diploid species and its exact number of chromosomes has yet to be clarified. An estimation of the parameters of the reproduction system has shown increased rates of allofertility (> 0.90) which suggests that the species features a system of partial self-incompatibility, a widespread characteristic amongst the majority of hermaphrodite species.



6.53

PROPAGATION AND GROWTH DYNAMIC OF *PARKIA BIGLOBOSA*

The locust bean tree is relatively easy to regenerate. Its propagation is mainly done by sowing grains. Vegetative multiplication, including micropropagation, is also a possible regeneration route for the species. In nurseries, the grains are usually



6.54

Fig. 6.52: Feuilles, fleurs et fruits non mûrs de *Parkia biglobosa*.

Leaves, flowers and unripe fruits of *Parkia biglobosa*. AAS

Fig. 6.53: Graines de *Parkia biglobosa*. | Seeds of *Parkia biglobosa*.

AAS

Fig. 6.54: Moutarde de *Parkia biglobosa*. | Mustard from *Parkia biglobosa*. AAS

l'importance socio-économique qu'il revêt pour les communautés locales, suggèrent que les deux approches de conservation in situ et ex situ soient envisagées, et de préférence dans un cadre régional. En effet, en raison des pressions anthropiques⁷ notamment et des effets de la sécheresse qui menacent l'espèce dans plusieurs pays, il est opportun que des récoltes de semences destinées à la conservation ex situ dans des banques de graines, soient organisées à un niveau régional. Une concertation et des échanges d'information et de matériel végétal entre les structures de conservation des pays respectifs s'avèrent alors nécessaires pour la mise en oeuvre d'un tel projet. Par ailleurs, des récoltes nationales de semences en vue de conservation ex situ, réalisées au niveau de chaque pays, sur la base des paramètres du système de reproduction, de la structure génétique et de la physiologie de l'espèce, et des caractéristiques écologiques des sites, pourront être organisées pour autant qu'un minimum d'infrastructure et d'équipements appropriés et de ressources financières soient disponibles. En complément à la conservation ex situ, des efforts visant à assurer une préservation in situ de l'espèce devront être entrepris au niveau de différents pays. Un réseau d'au moins une dizaine de populations par pays conviendrait pour cette forme de conservation. En outre, un effort d'information et d'appui

sown in pots. For maintenance, they require regular watering, weeding and hoeing every two weeks, which ensures good growth of the seedlings. After 20 weeks, the seedlings measure between 20 and 24 cm and can be transplanted. On the plantation, the growth of the species is relatively fast and in one year plants measuring 1 m are obtained, and certain plants from the best stock can reach 7 m by the end of 6 years. Spacing of 10 m x 10 m is best for good development of the plants. The tree starts to flower between 5 and 7 years while it is still small and only reaches its definitive size between 30 and 50 years.

CONSERVATION OF THE GENETIC RESOURCES OF *PARKIA BIGLOBOSA*

The state of vulnerability of the locust bean tree in its areas of distribution and the socioeconomic importance which it represents for local communities necessitates planning for the two conservation approaches in situ and ex situ, preferably in a regional framework. In fact, due to anthropogenic⁷ pressures in particular, and to the effects of drought which threaten the species in several countries, it is advisable that the harvests of seeds intended for conservation ex situ in seed banks be organized

aux paysans devrait les aider à s'engager dans un processus de renouvellement des vieux parcs en favorisant la régénération naturelle et/ou la régénération artificielle. Le succès de la stratégie de conservation *in situ* dépendra principalement de l'adhésion et de la participation des communautés locales et d'un engagement effectif aux niveaux technique et politique.

on a regional level. Co-operation and exchange of information and vegetable matter between the conservation organizations in the respective countries is then deemed necessary in order to put such a project into operation. Besides, national seed harvests planned for conservation *ex situ*, carried out in each country, based on the parameters of the reproduction system, the genetic structure and the physiology of the species, and the ecological characteristics of the sites, could be organized where a minimum infrastructure and appropriate equipment together with financial resources are available. In addition to the conservation *ex situ*, efforts aimed at ensuring *in situ* preservation of the species should be undertaken by the different countries. A network of at least ten populations per country would work for this form of conservation. Besides this, information and support initiatives for the farmers would help them to commit to a process of renewal of the old parks by favouring natural regeneration and/or artificial regeneration. The success of the *in situ* conservation strategy will mainly depend on local communities joining up and participating, and on effective commitment on a technological and political level.

6.13

***Isoberlinia* spp** *Caesalpiniaceae*

Romain GLELE KAKAI
Brice SINSIN

DESCRIPTION DE *ISOBERLINIA* SPP

Le genre *Isoberlinia* appartient à la famille des *Caesalpiniaceae*. Ce genre est caractérisé par (2-5) feuilles jugulées à stipules interfoliales falciformes et caduques. La révision du genre *Isoberlinia* a permis de distinguer 5 espèces de *Isoberlinia*. Au Nord de l'équateur, il n'existe que trois espèces : *Isoberlinia doka* (Fig. 6.55), *Isoberlinia tomentosa* et *Isoberlinia paradoxa*. Au Sud de l'équateur, se trouvent *Isoberlinia tomentosa*, *Isoberlinia doka*, *Isoberlinia angolensis* et *Isoberlinia scheffleri*. Au Bénin, deux espèces ont été signalées : *Isoberlinia doka* et *Isoberlinia tomentosa*.

Isoberlinia doka Craib & Stapf. C'est un arbre de 10 à 15 m de hauteur pouvant atteindre parfois 20 m. L'espèce est caractérisée par 2 à 4 paires de folioles opposées ou sub-opposées. Les stipules interpétiolaires sont falciformes, ordinairement caduques et

soudées plus ou moins à la base. Les rameaux et les feuilles sont glabres. Les fleurs blanches et subsessiles sont constituées de 5 pétales plus ou moins égaux, un calice tubulaire à 5 lobes pointus et 10 étamines. Les fruits sont oblongs de couleur marron, finement striés transversalement d'abord tomenteux puis glabres.

Isoberlinia tomentosa Harms, Craib and Stapf est un arbre de 10 à 15 m de haut, parfois 20 m caractérisé par des rameaux et feuilles pubescentes. Les jeunes feuilles sont duveteuses. Les feuilles sont caractérisées par 3 ou 4 paires de folioles sub-opposées plus ou moins pubescentes au dessous. Les stipules sont falciformes et tomenteuses ; les folioles ovées ou elliptiques sont arrondies aux deux extrémités. Les fleurs sont blancs-rosées, odorantes, un peu plus grandes que celles de *Isoberlinia doka*. Les pétales sont sub-égaux et on y rencontre 10 étamines.

UTILISATION DE *ISOBERLINIA* SPP

Isoberlinia spp est une essence valeur économique et pharmacologique. C'est une espèce médico-religieuse contre les malédictions. Il produit un bon bois utilisé pour la fabrication du charbon. La racine est utilisée pour les maux de cœur et l'écorce comme vermifuge,

Isoberlinia spp

Caesalpiniaceae

DESCRIPTION OF *ISOBERLINIA* SPP

The genus *Isoberlinia* belongs to the *Caesalpiniaceae* family. This genus is characterized by (2-5) repressed leaves with falciform interfoliar **deciduous**^r stipules. The revision of the genus *Isoberlinia* enabled the differentiation of 5 species of *Isoberlinia*. To the north of the Equator, there are only three species: *Isoberlinia doka* (Fig. 6.55), *Isoberlinia tomentosa* and *Isoberlinia paradoxa*. To the south of the Equator, *Isoberlinia tomentosa*, *Isoberlinia doka*, *Isoberlinia angolensis* and *Isoberlinia scheffleri* are found. In Benin, two species have been determined: *Isoberlinia doka* and *Isoberlinia tomentosa*.

Isoberlinia doka Craib & Stapf. It is a 10 to 15 m high tree that sometimes can reach up to 20 m. The species is characterized by 2 to 4 pairs of opposed or sub-opposed folioles. The

interpétiolar stipules are falciform, normally deciduous and attached more or less at the base. The branches and leaves are glabrous. The white and subsessile flowers are composed of 5 more or less equal petals, a tubular calyx with 5 pointed lobes and 10 stamens. The fruit are oblong and brown-coloured, finely striped transversally, first tomentuous then glabrous.

Isoberlinia tomentosa Harms, Craib and Stapf is a 10 to 15 m high tree that sometimes reaches 20 m in height. It is characterized by pubescent branches and leaves. The young leaves are downy. The leaves are characterised by 3 or 4 pairs of sub-opposed folioles that are more or less pubescent underneath. The stipules are falciform and tomentuous; the folioles are oval or elliptical and rounded at both extremities. The flowers are pinkish-white, perfumed and slightly larger than those of *Isoberlinia doka*. The petals are sub-equal and there are 10 stamens.

UTILISATION OF *ISOBERLINIA* SPP

Isoberlinia spp is a species with high economic and pharmacological value. It is a medico-religious species used against curses. It produces good wood used for charcoal. The root is used

la résine contre les abcès. Les vertus de l'espèce sont confirmées et utilisées par beaucoup de tradipraticiens. Par ailleurs, le fût donne du bois d'œuvre recherché depuis une dizaine d'années et surexploité. C'est aussi une espèce utilisée pour le fourrage surtout pendant la sécheresse. Ces valeurs font que l'espèce est surexploitée au Bénin et mérite donc une attention particulière.

MENACES SUR *ISOBERLINIA* SPP

La menace principale qui pèse sur les peuplements d'*Isobertinia* spp vient de sa très forte surexploitation pour son bois d'œuvre suite à l'appauvrissement des formations boisées en iroko (*Milicia excelsa*), lingué (*Afzelia africana*) et surtout en caïlcédrat (*Khaya senegalensis*).

DISTRIBUTION ET ECOLOGIE DE *ISOBERLINIA* SPP

Les espèces d'*Isobertinia* sont d'origine africaine. Elles ont une grande importance dans les paysages soudaniens et zambéziens, parce qu'elles y sont présentes à l'état de peuplements purs ou mélangés avec d'autres grandes légumineuses. En général, lorsqu'elles apparaissent, elles dominent les peuplements. Leurs peuplements constituent les plus belles forêts claires de l'Afrique Occidentale et

for heart problems and the bark as a vermifuge, the resin is used against abscesses. The virtues of the species are confirmed and used by many traditional practitioners. Moreover, for the past ten years the trunk has been most sought after and over-exploited. It is also a species used for grazing, mostly during the dry season. These values make the species over-exploited in Benin and, for this reason, it merits special attention.

THEATS TO *ISOBERLINIA* SPP

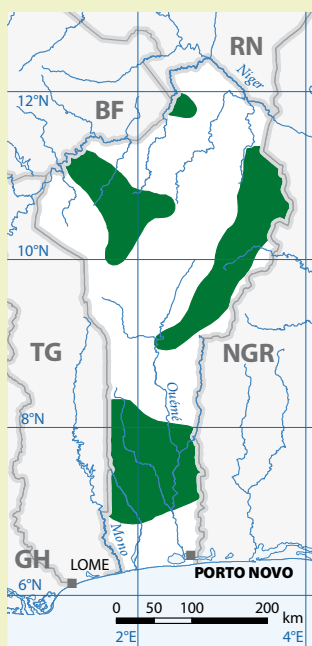
The main threat weighing on *Isobertinia* spp populations comes from its very high over-exploitation for its timber after the impoverishment of the woodland formations of African teak (*Milicia excelsa*), Afzelia (*Afzelia africana*) and mainly of African mahogany (*Khaya senegalensis*).

DISTRIBUTION AND ECOLOGY OF *ISOBERLINIA* SPP

Isobertinia species are of African origin. They have great importance in the Sudanian and Zambezi landscapes because they are present in pure or mixed populations with other large trees. In general, when they appear, they dominate the populations. Their populations make up the most beautiful open



Fig. 6.55: *Isobertinia doka* MSC



Isoberlinia spp.

Présence ■ Present

Carte 6.10: Distribution de *Isoberlinia* spp au Bénin.

Map 6.10: Distribution of *Isoberlinia* spp in Benin.

Tab. 6.28: Noms locaux donnés au *Isoberlinia doka* au Bénin. | Local names of *Isoberlinia doka* in Benin.

Groupe socio-linguistique Ethnic group	Noms locaux Local name
Fon	Kpakpa lolo, Bagbe
Bariba	Gbabi bukari, Gbabi

Centrale. Les bois de *Isoberlinia* spp se rencontrent depuis la haute Guinée et le Mali méridional jusqu'en Ouganda. En Afrique Occidentale, on les rencontre entre les latitudes 8° et 13° Nord comprenant le Mali, le Bénin, le Togo, la Côte d'Ivoire, la Guinée, etc. tandis qu'en Afrique centrale, elle se retrouve entre les latitudes 5° et 9° Sud. Les *Isoberlinia* sont des espèces frugales qui peuvent se contenter des terrains les plus médiocres. Ces arbres se multiplient abondamment par rejets de souche et drageons et se cramponnent au sol en dépit de toutes les vicissitudes : feux, défrichage, érosion, etc. Dans tous les pays soudanais, ils sont particulièrement remarquables en saison sèche dans le paysage gris desséché des savanes boisées. Ces arbres poussent naturellement sous climat soudanien ou soudano-guinéen où la pluviométrie moyenne varie 900 à 1100 mm avec 5 ou 6 mois de saison sèche. L'arbre s'accommode bien à des températures variant de 24,5° C à 28,8° C.

Isoberlinia spp est largement distribuée au Bénin du centre au Nord, en forêts et en savanes (Carte 6.10). Elle peut être rencontrée sur des sols sableux ou argileux, mais aussi sur sol latéritique et sur sol caillouteux.

forests of western and central Africa. The wood of *Isoberlinia* spp can be found from upper Guinea and southern Mali to Uganda. In western Africa, it can be found between the 8° and 13° latitudes north including Mali, Benin, Togo, Côte d'Ivoire, Guinea, etc. while in central Africa, it is found between the 5° and 9° latitudes south. *Isoberlinia* are frugal species and can be grown on the most mediocre field. These trees multiply abundantly through stump offshoots, suckers and ground-crawling in spite of all vicissitudes: fires, clearing, erosion, etc. In all the Sudanian countries, they are especially remarkable in the dry season in the grey dried-out landscape of the savanna woodlands. These trees grow naturally under Sudanian or Sudanian-Guinean climate where the average rainfall varies between 900 and 1100 mm with 5 or 6 months of dry season. The tree is well adapted to the temperatures varying from 24.5 °C to 28.8 °C.

Isoberlinia spp is widely distributed in Benin from the center to the north, in forests and in savannas (Map 6.10). It can be found on sandy or clay texture soils, and also on lateritic soils or rocky soil.

CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES

Les inventaires réalisées dans la plupart des massifs forestiers du Bénin donnent des indications sur l'importance quantitative des peuplements naturels à dominance d'*Isoberlinia* spp.

La moyenne et le coefficient de variation des paramètres structuraux des formations naturelles à *Isoberlinia* spp sont présentés au tableau 6.29. Seule la densité en arbres des formations naturelles, la hauteur moyenne globale des arbres et la hauteur moyenne des *Isoberlinia* spp diffèrent de la savane à la forêt claire.

Dans une même formation naturelle, les diamètres moyens et hauteurs moyennes des arbres de *Isoberlinia* sont plus élevés par rapport au peuplement global.

Les structures en diamètre de l'espèce présentent globalement une forme en cloche caractéristique des populations d'espèces forestières en équilibre. La classe de diamètres des arbres d'*Isoberlinia* la plus représentée est constituée des arbres de 20-25 cm de diamètre en savane et de 15-20 cm en forêt claire (Fig. 6.56 & 6.57).

Les structures en hauteur présentent aussi une forme en cloche pour les arbres d'*Isoberlinia* que pour le peuplement global, quelle que soit la formation naturelle. En savane, comme en forêt, la classe

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS

The inventories undertaken in the majority of forested areas of Benin give indications about the quantitative significance of the natural populations dominated by *Isoberlinia* spp.

The structural and ecological parameters of the natural stands of *Isoberlinia* spp are presented in table 6.29. Only the density of trees in natural formations, average overall height of the trees and average height of *Isoberlinia* spp differ from a savanna to an open forest.

In the same natural formation, the average diameters and heights of the *Isoberlinia* trees are higher in relation to the overall population.

Overall, the diameter structure of the species presents a bell-shaped form characteristic of the populations of forest species in equilibrium. The range of diameters of the *Isoberlinia* trees most represented is made up of trees from 20-25 cm diameter in the savanna and 15-20 cm in the open forest (Fig. 6.56 & 6.57).

The height structures also present a bell-shaped form for *Isoberlinia* trees more than for the overall population whatever the

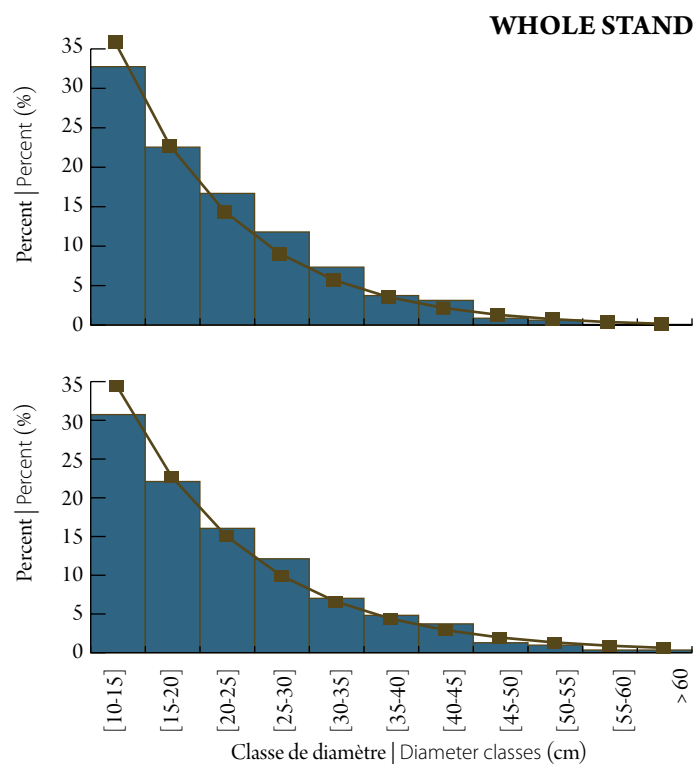
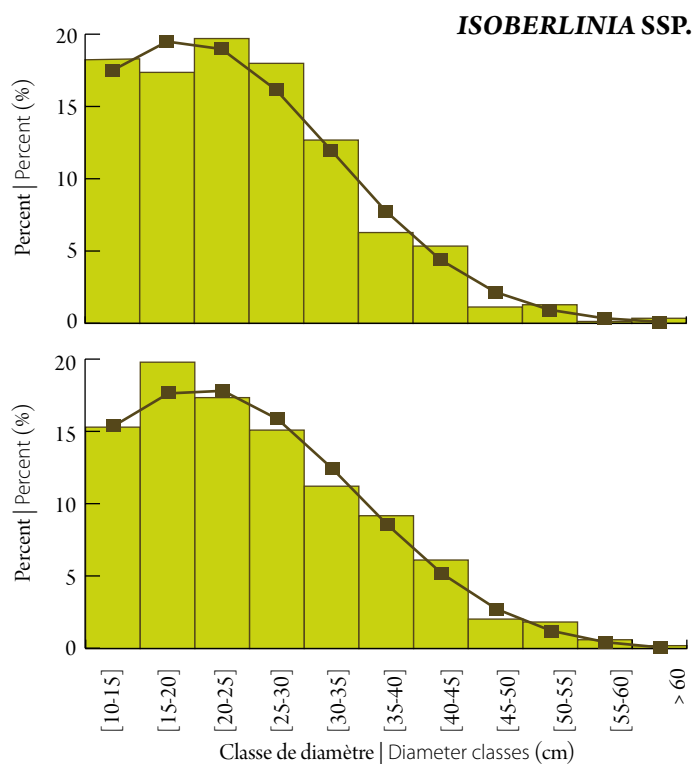


Fig. 6.56: Structure en diamètre des forêts claires et savanes à *Isoberlinia* spp. | Diameter structure of open forests and savannas with *Isoberlinia* spp. Source : Glèlè Kakaï et Sinsin (2009)

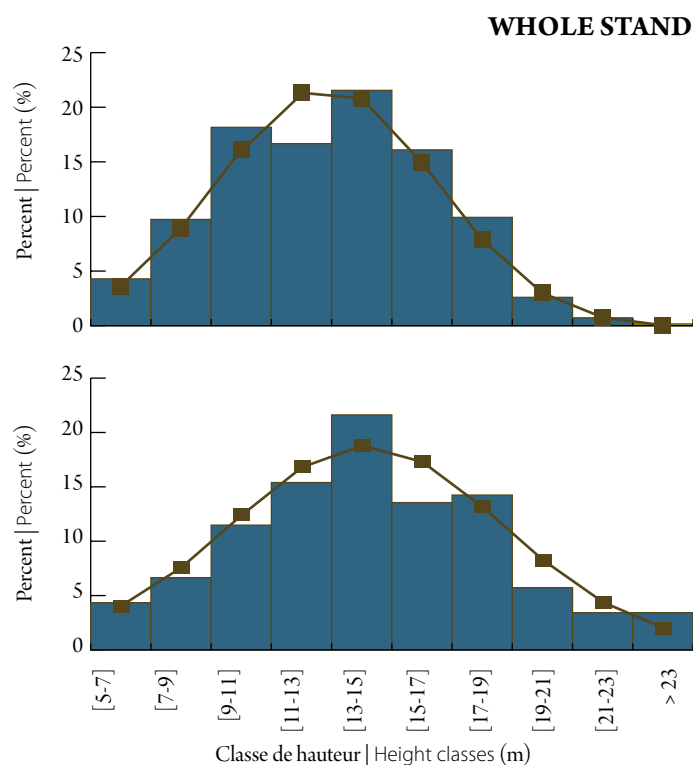
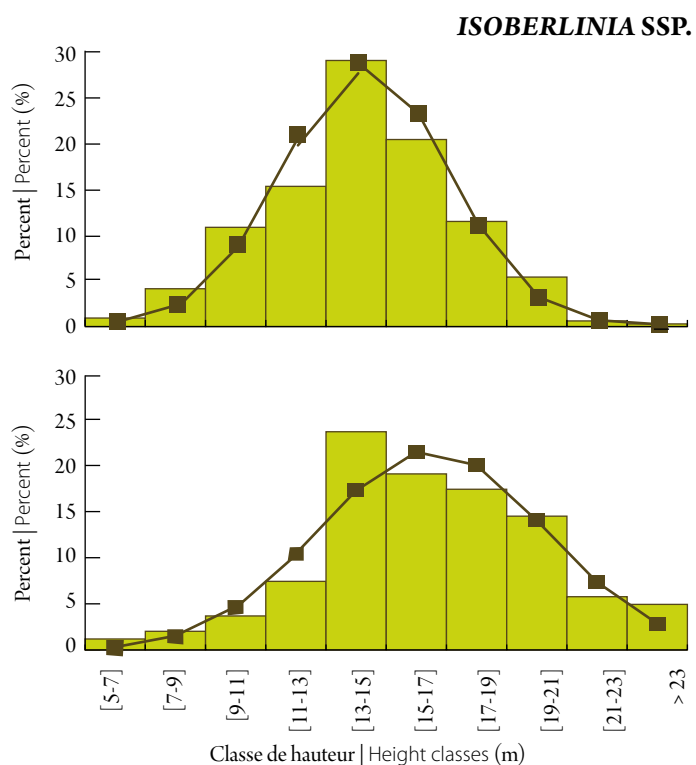


Fig. 6.57: Structure en hauteur des forêts claires et savanes à *Isoberlinia*. | Height structure of open forests and savannas with *Isoberlinia*. Source: Glèlè Kakaï and Sinsin (2009).



6.58



6.59

Fig. 6.58: *Isoberlinia doka*: Feuilles et fruits. | Leaves and fruit. MSC

Fig. 6.59: *Isoberlinia doka*: Fleurs. | Flowers. MSC

de hauteur 13-15 m est plus représentée parmi les arbres d'*Isoberlinia* (Fig. 6.56 & 6.57).

La relation hauteur-diamètre d'*Isoberlinia* spp a une forme logarithmique (Fig. 6.60).

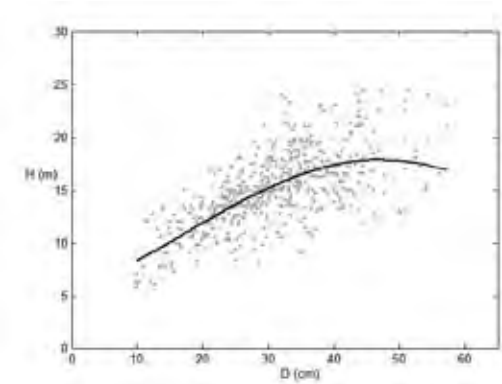


Fig. 6.60: Relation hauteur-diamètre de *Isoberlinia* spp. | Height-diameter relationship of *Isoberlinia* spp.

natural formation. In the savanna, as in the forest, the height class 13-15 m is most represented among *Isoberlinia* trees (Fig. 6.56 & 6.57).

The height-diameter relationship of *Isoberlinia* spp has a logarithmic form (Fig. 6.60).

Tab. 6.29: Paramètres structuraux des forêts claires et savannes à *Isobertinia*: moyennes, coefficient de variation (cv) et probabilités liées aux tests t de Student. | Structural parameters of open forests and savannas with *Isobertinia*: averages, coefficient of variation (cv) and probabilities connected to Student tests t. Source : Glèlè Kakaï et Sinsin (2009).

Paramètres structuraux	Structural parameters	Savane Savanna		Forêt claire Open forest		p-value
		Mean	cv (%)	Mean	cv (%)	
Peuplement global Overall population						
Densité (N, stems/ha)	Density (N, stems/ha)	225,2	32,3	202,8	43,4	0,050
Diamètre moyen (D, cm)	Average diameter (D, cm)	23,2	20,5	24,4	21,8	0,118
Surface terrière (G, m ² /ha)	Basal area (G, m ² /ha)	9,4	38,8	9,4	45,5	0,954
Hauteur moyenne (H, m)	Average height (H, m)	13,1	19,6	14,6	25,5	0,040
<i>Isobertinia</i>						
Densité (N, stems/ha)	Density (N, stems/ha)	89,9	73,3	78,7	99,5	0,293
Diamètre moyen (D, cm)	Average diameter (D, cm)	27,9	31,1	30,4	33,3	0,100
Surface terrière (G, m ² /ha)	Basal area (G, m ² /ha)	5,5	62,7	5,4	63,9	0,811
Hauteur moyenne (H, m)	Average height (H, m)	14,1	18,8	16,8	21,6	0,020
Facteur d'écorce (k)	Bark factor (k)	0,90	8,1	0,92	5,1	0,090
Contribution surface terrière (Cs, %)	Basal area contribution (Cs, %)	53,9	41,9	51,8	47,3	0,572
Densité de régénérations (plants/ha)	Density of regenerations (plants/ha)	1200	89,9	1040	156,1	0,740
Hauteur moyenne juvénile (cm)	Average juvenile height (cm)	11,7	84,4	44,7	141,8	0,197
Paramètres de diversité Diversity parameters						
Richesse spécifique (species)	Specific richness (species)	17,0	-	14,3	-	-
Indice de Shannon	Shannon index	2,9	15,0	2,8	22,3	0,741
Equitabilité de Pielou	Pielou equitability index	0,71	10,1	0,73	19,7	0,182

6.14 *Vitellaria paradoxa* C.F Gaertn. *Sapotaceae*

Achille Ephrem ASSOGBADJO
A. Bruno DJOSSA
Jean T.C. CODJIA
Brice SINSIN

INTRODUCTION

Couramment appelé karité, *Vitellaria paradoxa* (Fig. 6.61) est l'une des plantes d'importance socioéconomique remarquable de la région d'Afrique Subsaharienne⁷. C'est une espèce caractérisée par une grande longévité pouvant atteindre 200 à 300 ans. L'arbre peut avoir 20 m de hauteur et 50 cm de diamètre à hauteur de poitrine (dbh). Cette espèce subit de fortes pressions d'exploitation, de sélection et de mortalité naturelle conduisant à une réduction sensible de la densité de ses peuplements. Elle est bien intégrée depuis des siècles aux parcs agroforestiers subissant une sélection séculaire orientée vers la satisfaction des besoins des acteurs concernés. La valeur socioculturelle de cette espèce résiste au temps et continue d'être au cœur de nombreuses cérémonies initiatiques et rituelles de plusieurs ethnies de son aire de distribution au Bénin. L'importance économique de l'espèce au Bénin se renforce avec

une organisation en filière qui s'affine de plus en plus. Le karité est exploité surtout par les femmes qui y tirent des revenus substantiels. Le beurre issu de ses amandes est classé deuxième huile de cuisine derrière l'huile de palme dans son aire de répartition.

DISTRIBUTION ET DENSITE DU KARITE AU BENIN

L'aire de distribution du karité en Afrique va de l'Ouest du Sénégal jusqu'à l'Est de l'Ouganda, dans les isohyètes 600-1500 mm. Au Bénin l'espèce est retrouvée au-dessus de 7° de latitude Nord (Carte 6.11) et couvre donc du Zou jusqu'au Nord du pays. Les densités varient suivant les formes d'utilisation dans les terroirs, des localités et des conditions écologiques. La structure des peuplements est aussi sous influence humaine.

ETHNOBOTANIQUE ET IMPORTANCE ECONOMIQUE DU KARITE AU BENIN

Le karité est préservé et maintenu dans les espaces cultivés à cause de son importance socioéconomique. La pulpe du fruit est consommée par les hommes et les animaux. C'est même une source d'aliment d'appoint pour les populations rurales en période de

Vitellaria paradoxa C.F Gaertn. *Sapotaceae*

INTRODUCTION

Usually called karité or Shea, *Vitellaria paradoxa* (Fig. 6.61) is one of the plants with remarkable socio-economic importance in the **Sub-Saharan**⁷ African region. It is a long living species and can live between 200 and 300 years. The tree can grow up to 20 m in height and 50 cm in diameter at breast height (dbh). This species is subjected to strong exploitation, selection and natural mortality pressures leading to a notable reduction of the density of its populations. For centuries, it has been well integrated in the **agroforestry**⁷ parks and subjected to an age-old selection that aimed at satisfying the needs of the actors concerned. The socio-cultural value of this species resists time and continues to remain at the core of numerous initiation and ritual ceremonies of several ethnicities in its area of distribution in Benin. The economic importance of the species in Benin

is strengthened by a network organization that is becoming more fine-tuned. Karité is mostly exploited by women who obtain substantial revenue from it. The butter from its kernels is ranked as the second cooking oil after palm oil in its area of distribution.

DISTRIBUTION AND DENSITY OF KARITE IN BENIN

The area of distribution of karité in Africa extends from the West of Senegal to the east of Uganda in the isohyets 600-1500 mm. In Benin, the species is found above the 7° latitude North (Map 6.11) and covers from the Zou up to the north of the country. The densities vary according to the forms of use in the regions, localities and ecological conditions. The structure of the populations is also under human influence.

ETHNOBOTANY AND ECONOMIC IMPORTANCE OF KARITE IN BENIN

Karité is preserved and maintained on farms because of its socio-economic importance. Man and animals consume the fruit's pulp. It is even an extra food source for rural populations during the hungry season coinciding with the setting up of new fields.

soudure qui coïncide avec l'installation des nouveaux champs. Le beurre de karité est largement consommé par les populations locales, utilisé en médecine traditionnelle et est au centre d'importantes activités économiques nationales, régionales et internationales. Les pieds de karité contribuent à une amélioration du microclimat et à la fertilité des sols au profit des cultures vivrières dans les parcs agroforestiers. Il sert aussi de bois énergie et de bois d'œuvre. Les prix des amandes sèches varient selon les périodes de disponibilité.

VARIATION GENETIQUE DU KARITE

Huit populations couvrant une grande partie de son aire de distribution en Afrique ont été étudiées pour la variabilité génétique intra-spécifique en utilisant plusieurs méthodes appropriées. Les résultats ont révélé que les variabilités entre individus d'une même population sont plus importantes (82 %) que celles entre les populations (18 %).

CARACTERISTIQUES BIOCHIMIQUES DES ORGANES DE KARITE AU BENIN

L'analyse chimique des graines de karité révèle une concentration de 20 à 50 % de matières grasses. Cette étude qui a couvert toute

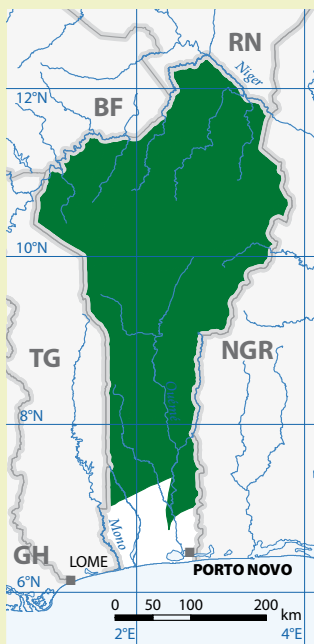
Karité butter is largely consumed by local populations, used in traditional medicine and is at the core of important national, regional and international economic activities. Karité plants contribute to the improvement of the microclimate and the fertility of soils benefitting food crops in the agroforestry parks. It also serves as fuelwood and construction timber. The price of dried almonds varies according to periods of availability.

GENETIC VARIATION OF KARITE

Eight populations covering a large part of its distribution area in Africa were studied for the intra-specific genetic variability by using several appropriate methods. The results revealed that the variability among individuals of the same population is more significant (82 %) than the variability among populations (18 %).

Fig. 6.61: *Vitellaria paradoxa* MSC





Vitellaria paradoxa

Présence ■ Present

Carte 6.11: Distribution de *Vitellaria paradoxa* au Bénin.

Map 6.11: Distribution of *Vitellaria paradoxa* in Benin.

l'aire de distribution du karité a montré que les populations allant de l'Est du Sénégal au Nigéria produisent les graines contenant les meilleures qualités de beurre. Les analyses de pulpe de fruits rapportent la présence de plusieurs éléments nutritifs dont les concentrations varient d'un individu à l'autre. Il s'agit des protéines (2.5 % à plus de 10 %), du phosphore (0.17 à 2.26 mg.g⁻¹), du potassium (4.55 à 37.46 mg.g⁻¹) etc.

BIOLOGIE DE REPRODUCTION

Les abeilles sont les plus importants pollinisateurs du karité. Il avait été prouvé qu'il n'y a aucune possibilité d'autofécondation au niveau de cette espèce. La faible production de fruits dans les conditions naturelles comparée à celle obtenue dans des conditions expérimentales montre que la production est limitée par la **pollinisation**⁷, les activités des insectes associés, les avortements et chutes de fruits immatures dues aux aléas climatiques. Les feux de végétation sont aussi des facteurs qui limitent la production de fruits chez le karité mais ils ont l'avantage de hâter le démarrage des phénomènes phénologiques (renouvellement de feuilles et floraison) de l'espèce. De façon générale, l'espèce fleurit et fructifie entre décembre et mai avec quelques variations dans l'espace. Le karité

BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF KARITE ORGANS IN BENIN

Chemical analysis of karité seeds reveals a 20 to 50 % fat concentration. This study covered the entire area of distribution of karité and showed that the populations from the East of Senegal to Nigeria produce seeds containing the best quality of butter. Analyses of the fruit pulp report the presence of several nutritive elements with concentrations varying from one individual to another and consist of proteins (2.5 % to more than 10 %), phosphorus (0.17 to 2.26 mg.g⁻¹) and potassium (4.55 to 37.46 mg.g⁻¹), etc.

REPRODUCTION BIOLOGY

Bees are the most important pollinators of karité. It was proven that there is no possibility for self-**pollination**⁷ for this species. The low production of fruits in natural conditions compared with that obtained in experimental conditions show that the production is limited by pollination, the activities of associated insects, abortions and falling of immature fruit due to climatic hazards. Vegetation fires are also a factor limiting the production of fruits in the karité but they have the advantage of

produit moins dans les formations végétales denses que dans les champs et jeunes jachères où les compétitions sont réduites et les sols agricoles reçoivent des fertilisants. Les régénérations naturelles sont plus importantes dans les jachères. Cette espèce est barochore mais ses graines sont aussi dispersées par les animaux tels que les oiseaux, les primates, les rongeurs, les hommes mais aussi et surtout les **roussettes**⁷.

CONSERVATION ET AMELIORATION GENETIQUE DU KARITE AU BENIN

La gestion **durable**⁷ de la conservation *in situ* et l'amélioration de la gestion du karité comme une ressource naturelle d'avenir nécessitent une meilleure connaissance du statut actuel de la génétique des populations. Ceci est important pour améliorer l'espèce et elle doit être conservée tant *in situ* qu'*ex situ* pour les utilisations futures comme éléments de sélection ou de sylviculture. Des études ont montré que les actions **anthropiques**⁷ ont influencé la génétique du karité. En effet, les populations retrouvées dans les champs ont affiché plus de matériel génétique (allèles) que les populations dans les vieilles jachères et les forêts. Comme mentionnée plus haut, même s'il existe une différence entre les populations des champs et

speeding the start of the species' phenological phenomena (renewal of leaves and flowering). In general, the species flowers and bears fruit between December and May with some variations. Karité produces less in dense plant formations than in the fields and young fallow lands where competition is reduced and the agricultural soils receive **fertilisers**⁷. Natural regeneration is more significant in fallow lands. This species is barochore but animals like birds, primates, rodents, and men and, most of all, flying foxes, also disperse its seeds.

CONSERVATION AND GENETIC IMPROVEMENT OF THE KARITE IN BENIN

The **sustainable**⁷ management of the *in situ* conservation and improving karité management as a future natural resource require better understanding of the current state of population genetics. This is important to improve the species, which must be preserved both *in situ* and *ex situ* for future use as elements for selection and forestry. Studies have shown that anthropic actions have influenced the genetics of the karité. Indeed, populations found in the fields have displayed more genetic material (alleles) than the populations in old fallow lands and in the

les jachères et forêts, les variabilités sont plus importantes entre les individus au sein de la même population. Prenant en compte cette réalité, la stratégie de conservation du maximum de diversité au niveau du karité serait de maximiser les distances génétiques entre les populations impliquées dans un programme de conservation. Un échantillon représentatif de population naturelle de karité pourrait être utilisé pour une stratégie de conservation *in situ* ou *ex situ* de l'espèce. Pour démarrer un programme d'amélioration génétique le matériel devra être prélevé sur plusieurs individus choisis dans différentes populations pour couvrir une grande variabilité génétique.



6.62



6.63

forests. As mentioned before, even if there is a difference among the populations of the fields and fallow lands and forests, the variabilities are higher among individuals within the same population. Taking this reality into account, the conservation strategy for the highest diversity of the karité would be to maximize the genetic distances between populations involved in the conservation program. A representative sample of the natural karité population would be used for an *in situ* or *ex situ* conservation strategy of the species. To start a program for genetic improvement, material should be taken from several individuals selected in different populations to cover a large genetic variability.



6.64

Fig. 6.62: *Vitellaria paradoxa* : branch. MSC

Fig. 6.63: *Vitellaria paradoxa* : grains. | seeds. MSC

Fig. 6.64: *Vitellaria paradoxa* : tronc. | bark. MSC

6.15 *Pentadesma butyracea* Sabine. *Clusiaceae*

Carolle AVOCEVOU-AYISSO
Brice SINSIN

INTRODUCTION

Le genre *Pentadesma* comprend d'autres espèces : *P. reyndersii*, *P. butyracea*, membre de la famille des Clusiaceae (50 genres et 1200 espèces, Fig. 6.65). *Pentadesma butyracea* est un arbre à feuillage persistant originaire de l'Afrique de l'Ouest, de Guinée, Sierra-Leone et de la Côte d'Ivoire, du Togo, du Bénin jusqu'à la République Démocratique du Congo et qui s'étend plus à l'Est jusqu'en Tanzanie et en Uganda, où on le cultive. *P. butyracea* a plusieurs synonymes, comme *Pentadesma leucantha* A. Chev., *P. nigrifolia* Bak., *P. grandifolia* Bak. et *P. kerstingii* Engl. Au Bénin, on trouve des peuplements naturels de *P. butyracea* uniquement dans les forêts ripicoles⁷. L'espèce est par ailleurs menacée dans le pays par des pratiques comme le déboisement des terres pour l'agriculture (riz, igname, maïs, etc.), la demande accrue de ses produits et leur commercialisation, l'abattage des arbres adultes pour le bois de construction et les feux

Pentadesma butyracea Sabine. *Clusiaceae*

INTRODUCTION

The genus *Pentadesma* comprises other species: *P. reyndersii*, *P. butyracea*, member of the Clusiaceae family (50 genus and 1200 species, Fig. 6.65), is an **evergreen**⁷ tree that is native to West Africa, from Guinea, Sierra-Leone and Cote d'Ivoire, Togo, Benin to the Democratic Republic of the Congo, extending eastwards into Tanzania and Uganda, where it is cultivated. *P. butyracea* has several synonymous such as *Pentadesma leucantha* A. Chev., *P. nigrifolia* Bak., *P. grandifolia* Bak. and *P. kerstingii* Engl. In Benin, natural stands of *P. butyracea* are only found in the riparian forests. Moreover, the species is threatened in the country by land clearing for agriculture (rice, yam, maize, etc.), increased demand for and commercialization of its products, felling of its adult trees for timber and bush fires that negatively impact the species regeneration.

de broussaille, qui ont un fort impact négatif sur la régénération de l'espèce.

DISTRIBUTION, DENSITE ET CARACTERISTIQUES DE L'HABITAT DE *P. BUTYRACEA* AU BENIN

Au Bénin, l'**habitat**⁷ de *P. Butyracea* se limite à quelques forêts ripicoles distribuées à travers les zones soudano-guinéenne et soudanienne. L'espèce est grégaire et se développe de manière discontinue. Entre les districts de Bassila et Tchaourou (8°50'-9°20' N) et dans le district de Toucountouna (10°20'-10°45' N), on observe une densité moyenne élevée de 70 individus par ha. Natitingou et Copargo, situées au Nord du Bénin sont, sont des zones à densité moyenne (43 inds/ha). Dans les forêts ripicoles de Tanguiéta, Matéri, Cobli, Kandi, Ségbanna, on observe une faible densité de 22 inds/ha., comme illustré à la carte 6.12.

Les arbres *P. butyracea* établis dans les forêts ripicoles, évoluent sur des sols profonds, capables de retenir des substances nutritives et du carbone organique.

DISTRIBUTION, DENSITY AND HABITAT CHARACTERISTICS OF *P. BUTYRACEA* IN BENIN

In Benin the habitat of *P. butyracea* is limited to some riparian forests distributed throughout the Sudano-Guinean and Sudanian biogeographical zones. The species is gregarious and is generally found in discontinued way. Between Bassila and Tchaourou Districts (8°50'-9°20' N) and in Toucountouna Districts (10°20'-10°45' N), a high mean density of 70 individuals was recorded per ha. The areas with medium density (43 inds/ha) were Natitingou and Copargo located in Northern Benin. Low densities of 22 inds/ha were recorded in riparian forests of Tanguiéta, Matéri, Cobli, Kandi, Ségbanna as indicated on the map 6.12.

As *P. butyracea* trees are established in riparian forests, the soils on which it was present are deep and have ability to retain nutrients and organic carbon.

ETHNOBOTANY AND ECONOMIC IMPORTANCE OF *P. BUTYRACEA* IN BENIN

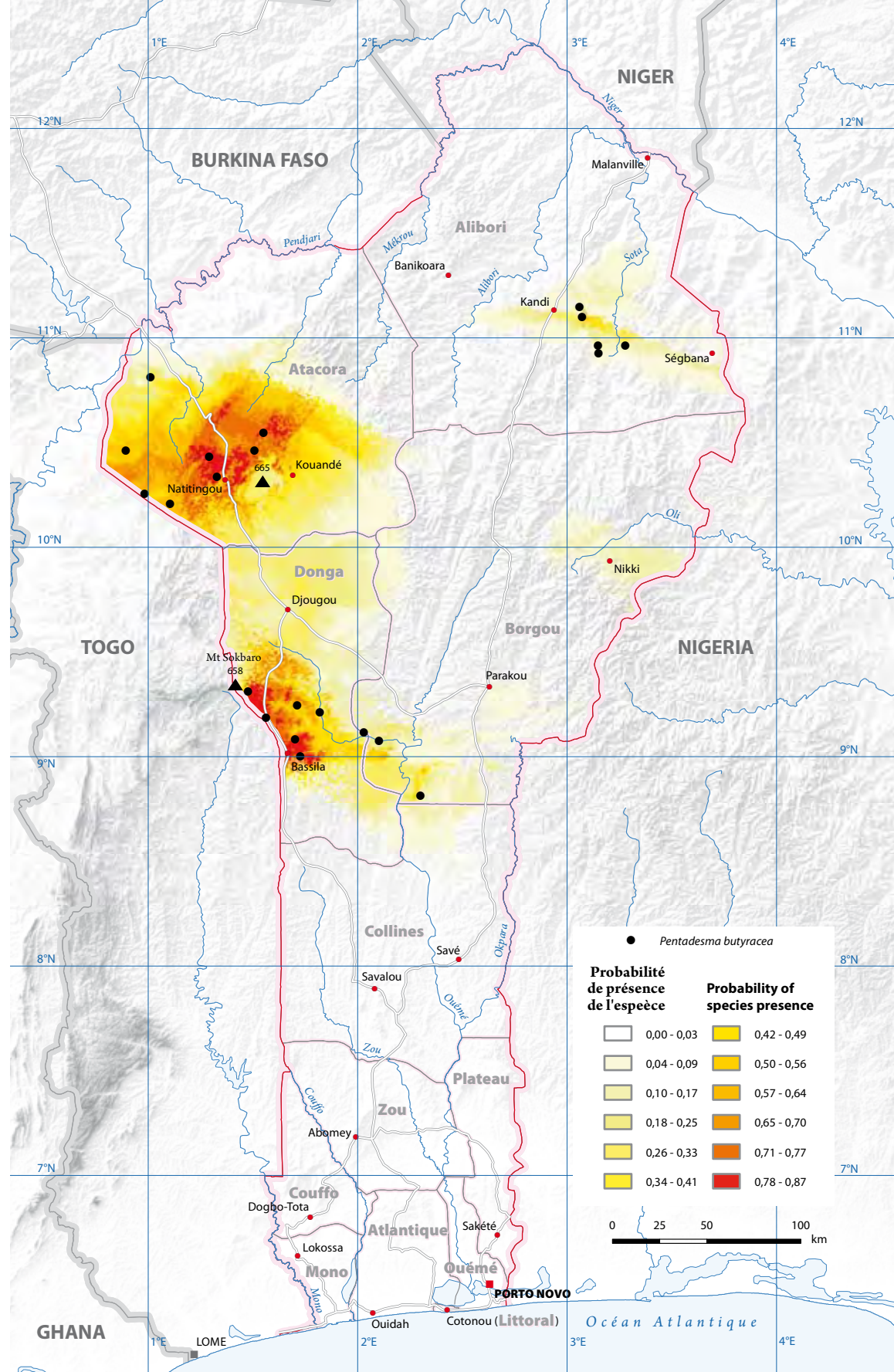
P. butyracea is a multi-purpose riparian forests tree and source of NTFPs for many people in Benin. The species local name

ETHNOBOTANIQUE ET IMPORTANCE ECONOMIQUE DE *P. BUTYRACEA* AU BENIN

P. butyracea est un arbre à usages multiples de la forêt ripicole et source de PFNL (produits forestiers non ligneux) pour un grand nombre de personnes au Bénin. Le nom local de l'espèce varie en fonction du groupe ethnique (Tab. 6.31). On récolte principalement ses graines, qui sont ensuite transformées en beurre pour sa commercialisation. Le beurre dérivé est utilisé dans la cuisine et en cosmétique et constitue une valeur marchande. Dans l'ensemble, les feuilles sont historiquement surtout utilisées pour prévenir la fièvre et dans le traitement des plaies. Les jeunes feuilles se consomment comme légume pour leurs effets lactogènes. Les racines et les écorces s'utilisent pour le traitement des douleurs d'estomac et pour la régularisation du cycle menstruel. Les fleurs sont particulièrement connues pour leur utilisation dans la magie et les traitements mystiques des maladies. La pulpe est utilisée dans les soins de pédicurie et dans le traitement contre la constipation chez les adultes. Une étude **ethnobotanique**⁷ comparative a été menée sur sept groupes sociolinguistiques, à savoir, les Anii, les Nagot, les Kotoçoli, les Waama, les Ditamari, les Natimba et les Fulani. L'étude a révélé que des groupes sociolinguistiques vivant dans une même

varies according to ethnic groups (Tab. 6.31). The main harvested product are its kernels which are processed into butter for trading. Its butter is used for cooking and cosmetics and is also traded. Overall, leaves were most used to treat fever and heal wounds. Young leaves were consumed as vegetable for their lactogenic effects. Roots and bark were used to treat stomach pain and regularize menstrual cycle. Flowers were especially known for their use in magic and mystic treatments of diseases. The pulp was used in pedicures care and constipation treatment in adults. A comparative ethnobotany study was carried out on seven sociolinguistic groups namely Anii, Nagot, Kotoçoli, Waama, Ditamari, Natimba and Fulani. The study showed that sociolinguistic groups that were living in the same geographical area shared similar *P. butyracea* parts values, probably because of knowledge exchanges. Moreover, intercultural uses convergences that were observed can be a starting point of selection of *P. butyracea*'s parts for phytochemical and biological/pharmacological studies.

Collection of *P. butyracea* fruits and subsequent processing of its almonds into butter is an important source of income for women involved in these activities. Net Present Value of fruit



Carte 6.12: Distribution de *P. butyracea* au Bénin.

Map 6.12: Distribution of *P. butyracea* in Benin.



6.65



6.66



6.67



6.68

zone géographique partagent des valeurs similaires concernant *P. butyracea*, probablement dû à un échange de connaissances. Par ailleurs, la constatation de convergences interculturelles dans l'usage constitue un bon point de départ dans la sélection des parties de *P. butyracea* pour des études phytochimiques et biologiques/pharmacologiques.

La récolte des fruits de *P. butyracea*, et le traitement successif de ses amandes pour leur transformation en beurre, représente une importante source de revenus pour les femmes participant à ces activités. La valeur actualisée nette de la récolte de fruits et des activités liées au traitement des amandes témoigne de la rentabilité financière de ces deux activités. Cependant, la récolte des fruits s'est avérée nettement plus rentable que le traitement des amandes (NPV/kg d'amandes est égal à 1299,29 FCFA (US\$ 2,63) contre 428,70 FCFA (US\$ 0,87).

L'analyse de la marge commerciale démontre que les femmes participant au commerce du beurre, loin d'être exploitées par les commerçants, récupéraient entre 50 et 80 % du prix payé par le consommateur, en fonction de la qualité du produit et de la longueur du canal commercial utilisé.

harvesting and almonds processing activities showed both activities were financially profitable. However, fruit harvesting was significantly more profitable than kernels processing (NPV/kg of almonds equal to 1299.29 FCFA (US \$ 2.63) versus 428.70 FCFA (US \$ 0.87)).

Commercial margin analysis showed that women involved in the kernels and the butter trade, far from being exploited by traders, recuperate between 50 and 80 % of the price paid by the consumer, depending on the quality of the product and the length of commercial channel used.

Fig. 6.65: *Pentadesma butyracea* : Arbres en fruit. | Trees in production period. CAV

Fig. 6.66: *Pentadesma butyracea* : Variabilité des fruits. | Fruits variability. CAV

Fig. 6.67: *Pentadesma butyracea* : Semences fraîches. | Fresh seeds. CAV

Fig. 6.68: *Pentadesma butyracea* : Young fruit. MSC

DONNEES MORPHOLOGIQUES ET PRODUCTIVITÉ DE *P. BUTYRACEA* AU BENIN

La productivité du fruit de *P. butyracea* varie considérablement en fonction du diamètre de l'arbre à hauteur de poitrine et de son emplacement. La productivité optimale a été observée sur une classe d'arbres de 65-70 cm de diamètre, où chaque individu peut produire plus de 800 fruits et 40 kg de graines fraîches. La productivité des fruits de cette espèce est soumise à des variations annuelles dont la cause pourrait être le régime de précipitations préalable à la période de floraison.

BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

P. butyracea se multiplie par semences. Cela s'applique à la régénération naturelle comme à la culture. Les animaux (les rongeurs et les oiseaux) sont responsables de la dispersion des semences. Les semences mûres, saines et fraîchement récoltées ont un haut pouvoir germinatif. Les semences germent rapidement à l'intérieur du fruit ; il n'est donc pas nécessaire de retirer la semence avant l'ensemencement. Les semences sont récalcitrantes et très sensibles au dessèchement et à la fermentation. Le grand pouvoir germinatif des semences se détériore considérablement une semaine après

MORPHOLOGICAL DATA AND PRODUCTIVITY OF *P. BUTYRACEA* IN BENIN

P. butyracea fruit productivity varied according to tree diameter at breast height and sites. Optimum fruit productivity was observed in 65-70 cm diameter class where an individual can produce more than 800 fruits with 40 kg of fresh seeds. The species fruit productivity had annual variations that would be able to be explained by the rainfall regime that leads up to the flowering period.

REPRODUCTIVE BIOLOGY

P. butyracea is propagated by seed. It can be a case of natural regeneration or a planting. Seed scattering is done by animals (rodents and birds). Seeds have a high germinal power when they are mature, healthful and recently harvested. The seeds rapidly germinate within the fruit; therefore fruit removal before sowing is not required. Seeds are recalcitrant and are very sensitive to desiccation and fermentation. One a week after their extraction seeds germinal power deteriorates notably. After harvesting, seeds loose quickly their germinal power when they are stored in dry place, under shelter (between 25 °C and 36 °C).

leur extraction. Après la récolte, les semences perdent très vite leur pouvoir germinatif si elles sont entreposées dans un endroit sec et couvert (entre 25 °C et 36 °C). Lorsqu'elles sont entreposées à froid (entre 10 °C et 15 °C) et dans un endroit sec, il est très difficile de lever la dormance. Dans tous les cas, il est indispensable de les protéger de la chaleur et de l'air sec. Néanmoins, les semences fraîches conservées dans des sacs de jute humides régulièrement aspergés peuvent maintenir 100 % de viabilité pendant 1 mois. Si on utilise des sacs en plastique, seul 15 % des semences vont germer. Le séchage n'améliore pas la germination ; les semences sèches stockées pendant deux mois à température ambiante ne germineront que de 14 % en 3 mois. Les semences fraîches germent convenablement à l'ombre et à température ambiante. La germination commence au bout de 15 jours et atteint son niveau maximal à 98 % deux mois après l'ensemencement. Les semences germées cultivées en pépinière deviennent des pousses normales, atteignant une hauteur de 10-28 cm au bout de 4 mois. La multiplication végétative est un moyen fonctionnel de reproduction de *P. butyracea*. En effet, elle se régénère naturellement par drageons; donc, il serait intéressant d'expérimenter une reproduction par la méthode de propagation végétative.

When they are stored in cold state (between 10 °C and 15 °C) and in dry place, it is difficult to lift up dormancy. In any way, they must be preserved shelter from heat and dry air. However, fresh seeds that are conserved in moist jute bags, watered regularly, maintain 100 % viability for about 1 month. When using polyethylene bags, only 15 % germinate. Drying does not improve germination; dried seeds stored for two months in ambient conditions germinated to 14 % within three months. Fresh seeds germinate well under shade at ambient conditions. Germination starts after about 15 days and reaches 98 % after two months of sowing. Germinated seeds grow into normal seedlings in nursery, reaching 10-28 cm high after 4 months. Vegetative propagation is possible for *P. butyracea* reproduction. In fact, naturally, it regenerates itself by shoots of the roots (suckers); thus, it would be interesting to try to reproduce it by vegetative propagation.

Groupe socio-linguistique Ethnic group	Noms locaux Local name
Anii	Ewonronmè
Kotocoli	Akpoto
Nagot	Kpangnan
Ditamari	Moukotché-poum
Waama	Koumbobou
Yom	Kookpi

Tab. 6.31: Noms locaux donnés au *P. butyracea* au Bénin. Local names of *P. butyracea* in Benin.

6.16

Encephalartos barteri *ssp. barteri* Zamiaceae

Marius R.M. EKUÉ
Reiner FINKELDEY
Brice SINSIN

INTRODUCTION

Encephalartos barteri ssp. barteri appartient au groupe de plantes appelé cycades et c'est l'unique gymnosperme connue actuellement au Bénin (Fig. 6.70). Les cycades sont les plus « primitif » des gymnospermes vivantes et donc font partie des plantes supérieures les plus anciennes ayant survécu jusqu'à nos jours. Les cycades du monde avec environ quelques 305 espèces et sous-espèces, représentent une petite fraction de la diversité floristique de la planète. Elles sont menacées par une variété d'activités humaines, incluant la collecte illégale, la destruction de l'habitat⁹ et l'exploitation commerciale. La taille de la population globale de *E. barteri ssp.* est estimée entre 10 000 et 15 000 et les menaces sont la récolte excessive et la destruction de son habitat.

Encephalartos barteri *ssp. barteri* Zamiaceae

INTRODUCTION

Encephalartos barteri ssp. barteri belongs to the group of plants called cycads and is the only gymnosperm known in Benin flora⁹ (Fig. 6.70). Cycads are the most "primitive" group of living gymnosperms and thus are among the most ancient of all higher plants surviving until today. The world present cycad flora, with approximately 305 species and subspecies represents a small fraction of the earth's plant diversity. Cycads are threatened by a range of human activities including illegal poaching, habitat⁹ destruction, and commercial exploitation. The overall population size of *E. barteri ssp.* is estimated between 10 000 and 15 000 and the threats are over-collecting and habitat destruction.

DISTRIBUTION ET HABITAT AU BENIN

La carte 6.13 présente la carte de distribution des 7 populations de *Encephalartos barteri ssp. barteri* répertoriées au Bénin entre 7°30' et 10°20' de latitude nord. Elles se distribuent sur 3 districts phytogéographiques du Bénin et couvrent 2 régions phytochorologiques. L'altitude varie entre 158 m et 381 m. Les quatre populations (concentrées au centre du pays) se trouvent au sein du complexe des forêts classées de Wari-Marou et des Monts Kouffés ; tandis que les zones occupées par les trois autres populations ne font l'objet d'aucun statut de protection et sont librement accessibles (Tab. 6.32).

Il semblerait que la concentration des 4 populations dans le centre du pays soit corrélée avec l'existence de l'habitat type ayant les caractéristiques favorables à l'espèce.

PARAMETRES DEMOGRAPHIQUES

La densité des 7 populations évaluées sur des parcelles de 900 m² varie entre 97 et 330 individus/placeau avec une moyenne de 213. Cependant, on n'a pas observé un gradient latitudinal précis Sud-Nord (Fig. 6.69).

Il n'a pas été possible non plus de déterminer le sexe de presque la

DISTRIBUTION AND HABITAT IN BENIN

Map 6.13 shows the distribution map of the populations of *Encephalartos barteri ssp. barteri* recorded in Benin. The 7 populations were recorded between 7°30' and 10°20' latitude north. They are distributed across 3 phytogeographic districts of Benin and cover 2 phytochorological regions. The altitude ranged between 158 and 381 m. The four populations (concentrated in the Centre of the country) are within the complex of state forests Wari-Marou and Monts Kouffés; while the occurrence areas of the three remaining populations have no clear protection status and are freely accessible (Tab. 6.32).

The concentration of 4 populations in the centre of the country seems to be well correlated with the occurrence of the type of habitat characteristics of the species.

DEMOGRAPHIC PARAMETERS

The density of 7 populations assessed in plots⁹ of 900 m² varied between 97 and 330 individuals/plot with a mean of 213. However, there was no clear pattern following the latitudinal gradient South-North direction (Fig. 6.69).

The sex of almost half (47 %) of all the individuals counted

moitié (47 %) des individus répertoriés. On compte plus de mâles (34 %) que de femelles (19 %) (Fig. 6.71), ce qui emmène à un sexe ratio partiel de 1.8 : 1 en faveur des mâles.

Au niveau intra-population, (Fig. 6.72), le pourcentage d'individus pour lesquels il n'a pas été possible de déterminer le sexe varie entre 28,4 % (Wannou) et 66,7 % (Gangamou). Le sexe ratio est biaisé en faveur des mâles dans les 6 populations et varie entre 1,8 : 1 (Agouna) et 2,4 : 1 (Wannou). Seule la population de Gangamou présente un sexe ratio proche de 1 : 1.

DIVERSITE SPECIFIQUE ET DIVERSITE GENETIQUE

Encephalartos barteri ssp. *barteri* est la seule sous-espèce connue au Bénin. La deuxième sous-espèce *E. barteri* ssp. *allochrous* est

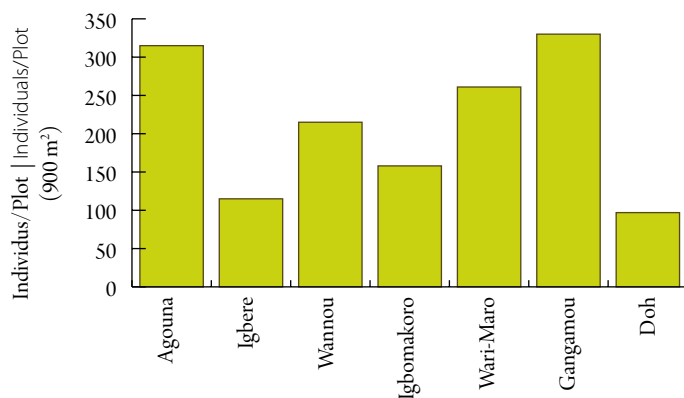


Fig. 6.69: Densité estimée des 7 populations d'*Encephalartos barteri* ssp. *barteri* répertoriées au Bénin. | Estimated density of the 7 populations of *Encephalartos barteri* ssp. *barteri* recorded in Benin.

could not be determined. There were more males (34 %) than females (19 %) (Fig. 6.71), which gave a male-biased sex ratio of 1.8:1.

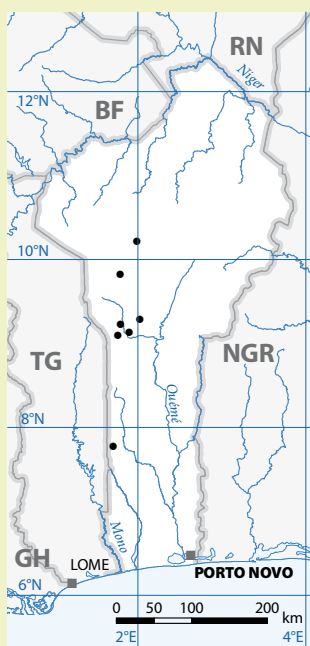
On the population level (Fig. 6.72), the percentage of individuals for which the sex could not be determined ranged from 28.4 (Wannou) to 66.7 (Gangamou). The sex ratio was male-biased in 6 populations and varied between 1.8:1 (Agouna) and 2.4:1 (Wannou). Only the population Gangamou showed a sex ratio close to 1:1.



Fig. 6.70: Taille des individus de *Encephalartos barteri* ssp. *barteri*. Les plantes peuvent atteindre 2,5m de hauteur à l'état sauvage. | Size of *Encephalartos barteri* ssp. *barteri*. Plants can reach up to 2.5 m in the wild. MEK

Tab. 6.32: Localisation géographique, statut de protection et altitude des populations de *Encephalartos barteri* répertoriées au Bénin. Geographical location, protection status and altitude of the populations of *Encephalartos barteri* ssp. *barteri* recorded in Benin.

Population répertoriée/localité Populatrion recorded / Locality	Statut de protection Protection status	Altitude Altitude (m)	Districts phytogéographiques Phytogeographic districts	Régions phytochorologiques Phytochorological regions
Agouna	Non protégée Not protected	153		
Igbère	Forêt classée des Monts Kouffés Monts Kouffés state forest	312	Bassila	
Igbomakoro	Forêt classée des Monts Kouffés Monts Kouffés state forest	325		
Wannou	Forêt classée des Monts Kouffés Monts Kouffés state forest	291		Guinéo-soudanaise
Wari-Marou	Forêt classée de Wari-Marou Wari-Marou state forest	308	Borgou-Sud	
Gangamou	Non protégée Not protected	381	Bassila	
Doh	Non protégée Not protected	356	Borgou-Nord	



Encephalartos barteri

Occurrence • Occurrence

Carte 6.13: Distribution de *Encephalartos barteri* ssp. *barteri* au Bénin.

Map 6.13: Distribution of *Encephalartos barteri* ssp. *barteri* in Benin.

Tab. 6.33: Noms locaux de *Encephalartos barteri* ssp. *barteri* au Bénin. | Local names of *Encephalartos barteri* ssp. *barteri* in Benin.

Groupe socio-linguistique Ethnic group	Noms locaux Local name
Bariba	Goungou-roukpakpa, Macroubouebi
Yom	Yougoubien
Fon	Kudé

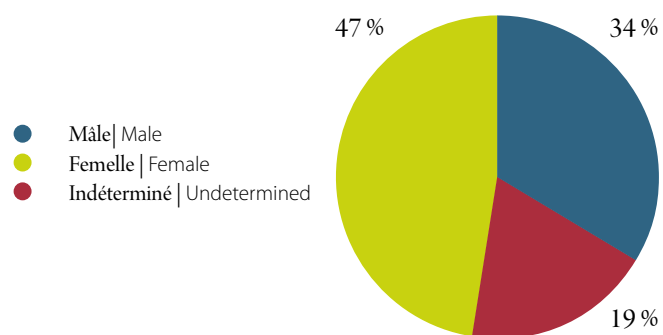


Fig. 6.71: Représentation des sexes des individus dans l'ensemble des populations d'*Encephalartos barteri* ssp. *barteri* répertoriées au Bénin. | Sex expression over individuals from all populations of *Encephalartos barteri* ssp. *barteri* recorded in Benin.

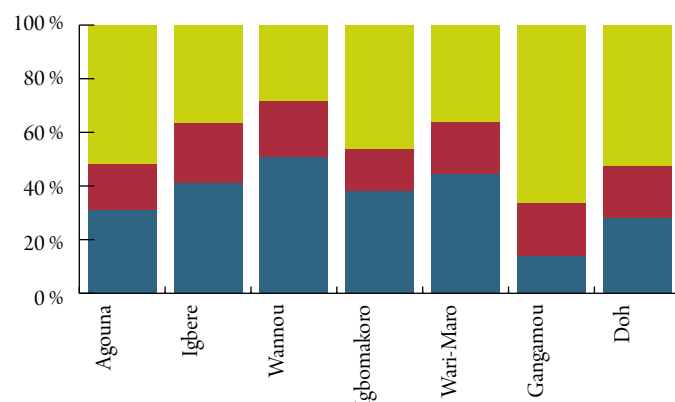


Fig. 6.72: Représentation des sexes dans 7 populations d'*Encephalartos barteri* ssp. *barteri* répertoriées au Bénin. | Sex expression on 7 populations of *Encephalartos barteri* ssp. *barteri* in Benin.

restreinte dans l'état du Plateau (Nigeria) près des villages de Gilli et Tekkos sur le Plateau Jos.

Le tableau 6.34 présente les valeurs des indices de diversité à l'intérieur de la population. Le pourcentage de loci polymorphes par population varie de 56,25 % (Agouna) à 87,50 % (Doh) avec une moyenne de 75,00 %. Les valeurs de la diversité génétique de Nei (H_E), en supposant que l'équilibre de Hardy-Weinberg est vérifié se situe entre 0,1404 (Agouna) et 0,2688 (Doh), avec une moyenne de 0,2283. H_E augmente du sud (Agouna) au nord (Doh). L'indice de Shannon (S_p), le nombre effectif d'allèles (N_E) et le pourcentage de loci polymorphes (P) suivent la même tendance que H_E . Au total, les résultats génétiques indiquent que *E. barteri ssp. barteri* a un niveau de diversité génétique relativement élevé et une forte différenciation spatiale dans son zone de distribution au Bénin.

STATUT DE CONSERVATION

Encephalartos barteri ssp. barteri est classée comme une espèce régionale endémique du Bénin, du Nigeria, du Ghana et du Togo. Conformément à la Liste Rouge des Espèces Menacées (IUCN 2007), *E. barteri ssp. barteri* est considérée une espèce vulnérable (VU) dans tout son aire de distribution. Mais au Bénin et au

SPECIES RICHNESS AND GENETIC DIVERSITY

Encephalartos barteri ssp. barteri is the only sub-species known in Benin. The second sub-species *E. barteri ssp. allochrous* is found only in Plateau state (Nigeria) near the villages of Gilli and Tekkos on the Jos Plateau.

The within-population diversity values are summarized in table 6.34. The percentage of polymorphic loci for a single population ranged from 56.25 % (Agouna) to 87.50 % (Doh) with an average of 75.00 %. Values of Nei's gene diversity (H_E) assuming Hardy-Weinberg equilibrium ranged from 0.1404 (Agouna) to 0.2688 (Doh), with a mean of 0.2283. H_E increased from South (Agouna) to North (Doh). Shannon's information index (S_p), effective number of alleles (N_E) and percentage of polymorphic loci (P) followed the same trend as H_E . The overall genetic results indicate *E. barteri ssp. barteri* has a relatively high level of genetic diversity and a high spatial differentiation in its distribution range in Benin.

CONSERVATION STATUS

Encephalartos barteri ssp. barteri is classified as regional endemic to Benin, Nigeria, Ghana and Togo. According to the 2007

Nigeria, ce statut a été jugé comme données insuffisantes (DD). Compte tenu du fort niveau de différenciation génétique parmi les populations, elles doivent toutes être protégées *in situ* pour préserver la variation existante. La principale inquiétude concerne les populations de Gangamou et Doh, qui sont les plus diversifiées et qui possèdent des allèles particuliers (Fig. 6.73), mais qui ne sont toujours pas protégées. Les zones occupées par ces deux populations et la population d'Agouna, ayant la plus faible variation génétique intra-population au Sud, ne font l'objet d'aucun statut de protection au Bénin et sont librement accessibles. La meilleure façon de conserver les ressources génétiques de *E. barteri ssp. barteri* serait d'établir des zones protégées autour de ces populations. Si l'on

Tab. 6.34: Pourcentage de loci polymorphes et diversité génétique des populations de *Encephalartos barteri ssp. barteri* obtenu avec les marqueurs RAPD. | Percentage of polymorphic loci and genetic diversity within *Encephalartos barteri ssp. barteri* populations at RAPD markers.

Population Population	Taille de l'échantillon Number of samples	Nombre de loci Number of loci	P	N_E	H	S_p
Agouna	30	32	56,25	1,228	0,1404	0,2190
Igbère	30	32	78,12	1,361	0,2223	0,3445
Wari-Marou	30	32	75,00	1,437	0,2563	0,3848
Gangamou	30	32	78,12	1,442	0,2535	0,3791
Doh	30	32	87,50	1,456	0,2688	0,4082
Moyenne Mean			75,00	1,385	0,2283	0,3471

Notes. P = pourcentage de loci polymorphes; N_E = nombre effectif d'allèles; H = diversité génétique de Nei; S_p = Indice de diversité de Shannon. Les populations sont présentées dans le tableau selon le gradient sud (Agouna) - Nord (Doh). Notes. P = percentage of polymorphic loci; N_E = effective number of alleles; H = Nei's gene diversity; S_p = Shannon's index of phenotypic diversity. Populations are sorted from South (Agouna) to North (Doh).

Red List of Threatened Species (IUCN 2007), *E. barteri ssp. barteri* is considered as globally vulnerable in its area of distribution. Its status was considered as data-deficient in both Benin and Nigeria.

Considering the high level of genetic differentiation among populations, all populations must be protected *in situ* to conserve the variation existing in the species. The main concern is related to populations Gangamou and Doh, which are the most diverse and possess particular alleles (Fig. 6.73), but are not yet protected. The areas occupied by these two populations and the Agouna population, which showed the lowest genetic variation in the South, do not have any legal status of protection in Benin and are freely accessible. The establishment of protected

considère la conservation *ex situ*, il serait opportun de collecter des semences dans toutes les populations en évitant le mélange de populations afin de conserver leur structure génétique unique. Compte tenu de la **dégradation**² de l'habitat de l'espèce, des statuts actuels de protection de trois populations sur cinq, associés à l'élimination constante d'individus évoluant à l'état sauvage, il serait recommandé d'inclure cette espèce sur la liste des espèces en danger.

BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

Bien qu'il n'existe aucune étude détaillée sur la biologie de reproduction de *Encephalartos barteri* ssp. *barteri*, les cycades sont dioïques, à croissance lente et il existe suffisamment de preuves fiables pour démontrer que la **pollinisation**² de la plupart des espèces vivantes de cycadées se fait à travers les insectes avec cependant un

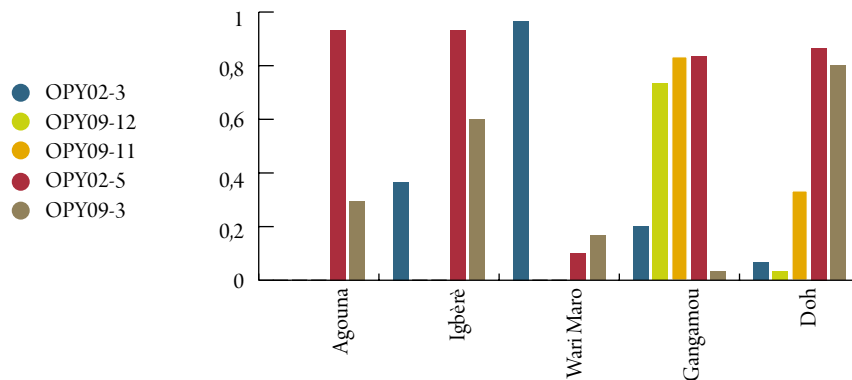


Fig. 6.73: Fréquences des bandes RAPD dans différentes populations de *Encephalartos barteri* ssp. *barteri* du Bénin. | RAPD band frequencies in different populations of *Encephalartos barteri* ssp. *barteri* from Benin.

areas around these populations would be the best way to conserve the genetic resources of *E. barteri* ssp. *barteri* available there. If *ex situ* conservation is considered, seeds should be collected in all populations, and mixing of populations should be avoided in order to maintain their unique genetic structure. Given the ongoing decline of the habitat of the species, the current protection status of three populations out of five combined with the continued removal of individuals from the wild, it is recommended that this species should be listed as Endangered.

certain degré d'anémophilie dans certains cas. Il existe également un nombre croissant d'éléments probants indiquant que de nombreuses cycades ont des associations **symbiotiques**² spécifiques avec certains insectes hôtes, et plus particulièrement les scarabées et les charançons. Ces insectes sont attirés sur les cônes des cycades, soit par les phéromones; soit pour la nourriture, à la recherche d'abri, de lieu de reproduction et probablement par une combinaison de ces facteurs.

La dispersion des semences de cycades semble être le résultat de trois facteurs principaux : la gravité, l'eau et les agents biologiques, tel que les rongeurs, les grands **mammifères**² et les oiseaux. La gravité est un facteur non négligeable pour les espèces évoluant en bordure de falaises et compte en partie pour la dispersion de *E. barteri* ssp. *barteri*. L'eau joue également un rôle certain dans la dispersion des populations de Doh et de Gangamou, situées non loin des fleuves. Ce sont cependant les rongeurs et les oiseaux qui sont en grande partie responsables de la dispersion. Les quelques singes habitant les réserves forestières des Monts Kouffé et de Wari Maro (qui hébergent quatre populations), jouent probablement aussi un rôle dans les échanges entre ces populations.

REPRODUCTIVE BIOLOGY

Although there is no detailed study on the reproductive biology of *Encephalartos barteri* ssp. *barteri*, cycads are **dioecious**², slow-growing and numerous studies have provided clear evidence that most living species of cycads are pollinated by insects with, however, some degree of anemophily for certain species. There is also accumulating evidence that many cycads have **symbiotic**² associations with host-specific insects, mostly beetles and weevils. Such insects are attracted to cycad cones, sometimes by fragrances, sometimes for food, shelter, a breeding place, and probably combinations of some or all of these. Cycad seeds seem to be dispersed by three main agents: gravity, water and biological agents such as rodents, big **mammals**², and birds. Gravity is significant in the local dispersal of cliff-dwelling species and partially accounts for the dispersal of *E. barteri* ssp. *barteri*. Water plays also a certain role in the dispersion for the populations of Doh and Gangamou that are situated near rivers. Especially rodents and birds are likely to be responsible for most of seed dispersal. The few remaining monkeys present in the forest reserve of Monts Kouffé and Wari

EXPLOITATION

Les noms locaux utilisés par chaque groupe ethnique sont présentés dans le tableau 6.33. Dans la localité de Doh, les chasseurs consomment l'extrait d'amidon des graines. L'utilisation de *E. barteri* ssp. *barteri* comme plante ornementale est très répandue, mais les informations sur l'exploitation commerciale au Bénin sont encore insuffisantes. Il serait souhaitable d'envisager une gestion des pépinières communautaires par les agriculteurs locaux, comme alternative au braconnage démesuré, ce qui contribuerait également à l'établissement d'une stratégie de gestion durable⁷.



Maro (holding four populations) can probably play a role in the exchange between these populations.

EXPLOITATION

Local name used by different ethnic group are summarized in table 6.33. In the locality of Doh, the starch extracted from the seeds are eaten by hunters. *E. barteri* ssp. *barteri* is used mostly as ornamental plant species but information are still lacking on any organised commercial exploitation in Benin. Community-based nursery management with local farmers should be envisaged as alternative to indiscriminate poaching and will contribute to a sustainable⁷ management strategy.



Fig. 6.74: *Encephalartos barteri* ssp. *barteri* dans son habitat. | *Encephalartos barteri* ssp. *barteri* in its habitat. MEK

Fig. 6.75: Taille des cônes femelles de *Encephalartos barteri* ssp. *barteri* au Bénin. | Size of mature female cones of *Encephalartos barteri* ssp. *barteri* in Benin. MEK

Fig. 6.76: Désintégration et dispersion des graines de cônes femelles mûrs de *Encephalartos barteri* ssp. *barteri* au Bénin. | Disintegration and dispersion of seeds of mature female cones of *Encephalartos barteri* ssp. *barteri* in Benin. MEK

CHAMPIGNONS

Champignons supérieurs

Nourou S. YOROU

INTRODUCTION : RICHESSE SPECIFIQUE ET NIVEAU DE CONNAISSANCES DES CHAMPIGNONS

Avec une richesse floristique de 3 000 espèces, la mycoflore du Bénin peut être estimée à environ 18 000 espèces dont presque 3600 (lichens exclus) seraient constituées de champignons supérieurs. Des missions intenses de prospections entreprises de 1997 à 2007 ont permis la récolte et l'herborisation² de plus de 2 500 spécimens. Malgré le nombre de prospection relativement élevé, le taux d'investigation mycologique reste encore très bas. Les milieux jusqu'ici visités ne sont pas encore entièrement prospectés et de nombreuses formations végétales n'ont jamais été explorées. En conséquence, seulement environ 2 % de la richesse mycologique

estimée sont connus jusqu'au niveau spécifique. Par ailleurs, en dehors des genres *Lactarius* et *Termitomyces* pour lesquels les inventaires sont complets à l'échelle nationale, la plupart des autres groupes **fongiques**² sont partiellement connus et/ou incomplètement documentés. La liste complète des genres les plus représentés au Bénin, la diversité spécifique jusqu'ici connue au sein des principaux genres de même que la richesse spécifique probable sont mentionnés dans le tableau 6.35. Une comparaison avec la richesse probable de quelques genres en Afrique tropicale est fournie dans le tableau 6.36.

LES TRAITES DE VIE DES CHAMPIGNONS ET RELATION AVEC LES ETUDES D'ESTIMATION DE LA MYCODIVERSITE

De façon générale, la méthode traditionnelle d'estimation de la mycodiversité d'un **habitat**² se base sur l'analyse des fructification apparaissant à la surface du sol. Il faut cependant mentionner que, pour les organismes fongiques, l'organisme en soit est un **mycélium**² qui vit presque entièrement dans un substrat (bois mort ou vivant, sol ou litière). L'organe communément appelé champignon est le fruit, désigné sous le terme de **sporophore**² ou

MUSHROOMS

Higher mushrooms

INTRODUCTION: SPECIFIC RICHNESS AND LEVEL OF KNOWLEDGE OF MUSHROOMS OF BENIN

With a floristic richness of 3 000 species, the mycoflora of Benin can be estimated at around 18 000 species, of which almost 3 600 (excluding lichens) would be higher mushrooms. Intensive field surveys from 1997 to 2007 have allowed the collection of more than 2 500 specimens. Despite the relatively high degree of prospecting, the rate of mycological investigation still remains very low. Up to now, the visited **habitats**² have still not been fully prospected and many types of vegetation have never been explored. Consequently, only around 2 % of the estimated mycological richness is described at a specific level.

Moreover, apart from the genera *Lactarius* and *Termitomyces*, for which inventories have been completed on a national scale, most of other **fungi**² groups are only partially known and/or incompletely documented. The complete list of the genera most represented in Benin, the specific diversity known up until now within the main genera and also the probable specific richness are presented in table 6.35. A comparison with the probable richness of some genera in tropical Africa is provided in table 6.36.

LIFE TRAITS OF MUSHROOMS AND RELATIONSHIP TO MYCODIVERSITY ASSESSMENT STUDIES

Generally, the traditional way of assessing the mycodiversity of a habitat is based on an analysis. However, we should mention that for the fungi, their organism is a **mycelium**² which lives almost entirely in a substrate (dead or living wood, soil or leaf litter). The organism commonly called mushroom is the fruit, designated by the term **sporophore**² or **carpophore**². This means that the diversity of sporophores in a habitat does not tell us the effective richness, but only gives conservative indications. In fact, it has been proven that there are no obvious correlations

carpophore². Il s'en suit que la diversité de sporophores dans un habitat ne renseigne pas sur la richesse effective mais ne donne que des indications conservatives. Il a été en effet prouvé qu'il n'y a pas de corrélations évidentes entre la diversité des fructifications apparaissant à la surface du sol et celle des mycéliums vivant dans les substrats. Dans cet ordre d'idées, les estimations de diversité mentionnées dans le tableau 6.35 sont des données conservatives car elles sont basées sur des observations portant sur les fructifications. La diversité des mycéliums dans les habitats respectifs est bien plus grande que celle rapportée après analyse des sporophores.

ASPECTS CHOROLOGIQUES DES CHAMPIGNONS SUPERIEURS DU BENIN

Les données de diversité et de distribution des espèces mentionnées dans le présent document sont obtenues à partir des observations faites pendant une série de missions mycologiques. Les habitats les plus prospectés regroupent les formations végétales des forêts classées de Bassila, Niaouli, Wari-Marou, Pahou, des collines de Kouandé, de la Lama, des chutes de la Kota, de l'Ouémé supérieur, de Tanougou, de Savalou et divers milieux anthropisés tels que les champs et les plantations.

between the diversity of the fructifications appearing on the surface of the soil and that of the mycelia living in the substrates. From that, the assessments of diversity stated in table 6.35 are conservative data since they are only based on fructification observations. From the analysis of the sporophores, the diversity of the mycelia in the respective habitats is much larger than that reported.

CHOROLOGICAL ASPECTS OF HIGHER MUSHROOMS OF BENIN

The data on diversity and distribution of the species mentioned in the current document were obtained from observations made during a range of surveys. The most investigated habitats includes various types of vegetation in Bassila, Niaouli, Wari-Marou, Pahou, the hills of Kouandé and Lama, the chute of Kota, Upper Ouémé, Tanougou, Savalou and various man-made environments such as farms and plantations.

Mushrooms can be found in all types of **ecosystem**² in Benin with a strong correlation between the mycoflora and the types of vegetation as well as their floristic composition. The ligniferous saprotroph (SL) and humoterrestrial (SHt) species

Les champignons supérieurs sont présents dans tous les **écosystèmes**² du Bénin, avec cependant une forte corrélation entre la mycoflore et les types de formations végétales ainsi que leur composition floristique. Les espèces saprotrophes **lignicoles**² (SL) et **humoterricoles**² (SHt) appartenant aux familles Xylariaceae, Polyporaceae, Geastraceae, Sarcoscyphaceae, Clavariaceae et Agaricaceae, etc. sont les plus dominantes et les plus abondantes dans les forêts denses semi-**décidues**² comme celles de Pobè, Niaouli, Lama et le noyau de la forêt de Pahou. Le manque d'arbre ectomycorrhizien et la présence presque permanente de l'humus du sol et du bois mort justifient la dominance des espèces saprotrophes dans ces milieux. Par contre, les forêts claires, forêts galeries et savanes à dominance de Caesalpiniaceae et Euphorbiaceae localisées dans les parties centrale et septentrionale du Bénin sont dominées par une mycoflore riche en espèces ectomycorrhiziques (EcM) appartenant aux familles des Russulaceae, Amanitaceae, Thelephoraceae, Boletaceae, et quelques Cortinariaceae. Par ailleurs, les milieux anthropisés tels que champs, jachères et plantations d'arbres exotiques présentent par contre une mycoflore très pauvre qui se résume en des espèces saprotrophes appartenant aux genres *Agaricus*, *Lepiota* (et affines), *Marasmius* (dans les plantations de teck et d'anacardiens),

belonging to the families Xylariaceae, Polyporaceae, Geastraceae, Sarcoscyphaceae, Clavariaceae and Agaricaceae, etc. are the most predominant and the most abundant in the dense semi-**deciduous**² forests such as those of Pobè, Niaouli, Lama and the depths of the forest of Pahou. The lack of **ectomycorrhizal**² trees and the almost permanent presence of soil humus and dead wood justify the dominance of saprotroph species in these environments. By contrast, the open forests, gallery forests and savannas, with predominance of Caesalpiniaceae and Euphorbiaceae located in the central and northern parts of Benin are dominated by a mycoflora rich in ectomycorrhizal species (EcM) belonging to the families Russulaceae, Amanitaceae, Thelephoraceae, Boletaceae and some Cortinariaceae. In addition, the man-made environments such as farms, fallows and plantations of exotic trees feature a very poor mycoflora which comes down to saprotroph species belonging to the genera *Agaricus*, *Lepiota* (and associated ones), *Marasmius* (in teak and cashew plantations), *Volvariella* (in fields and plantations of oil palms) or *Pisolithus* (in *Eucalyptus* or *Acacia* plantations). The species of the genus *Termitomyces* display ecological plasticity and are found in all vegetation types of Benin.

Tab. 6.35: Diversité des genres les plus communs au Bénin. | Diversity of the most common genera in Benin.

Genres de champignons Mushroom genera	Groupes biologiques ¹ Biological groups	Diversité des espèces ² Diversity of species	Richesse probable ³ Probable richness ³	Genres de champignons Mushroom genera	Groupes biologiques ¹ Biological groups	Diversité des espèces ² Diversity of species	Richesse probable ³ Probable richness ³	Genres de champignons Mushroom genera	Groupes biologiques ¹ Biological groups	Diversité des espèces ² Diversity of species	Richesse probable ³ Probable richness ³
<i>Afroboletus</i> (Fig. 6.77)	EcM	1	2	<i>Lactarius</i>	EcM	23	30	<i>Tricholoma</i>	EcM	3	8
<i>Agrocybe</i>	SHt	2	7	<i>Laccaria</i>	SHt	3	7	<i>Termitomyces</i>	Sym-biose avec insectes	10	15
<i>Agaricus</i>	SHt	5	18	<i>Leccinum</i>	EcM	4	8	<i>Tilostoma</i>	SHt	1	3
<i>Amanita</i> (Fig. 6.78 & 6.79)	EcM	15	40	<i>Lepiota</i>	SHt	11	21	<i>Tylopilus</i>	EcM	7	10
<i>Amaurodon</i>	SL	3	7	<i>Lepista</i>	SHt	2	5	<i>Volvariella</i>	SHt	3	5
<i>Auricularia</i>	SL	2	4	<i>Leucopaxillus</i>	SHt	4	9	<i>Tomentella</i>	EcM	11	55
<i>Boletellus</i>	EcM	5	10	<i>Leucocoprinus</i>	SHt	3	7	<i>Trametes</i>	SL	2	4
<i>Boletus</i>	EcM	8	11	<i>Leucoagaricus</i>	SHt	4	8	<i>Xerocomus</i> (Fig. 6.84)	EcM	5	10
<i>Cantharellus</i> (Fig. 6.80, 6.81 & 6.82)	EcM	7	10	<i>Lentinus</i> (Fig. 6.87)	SL	4	10	<i>Xylaria</i>	SL	4	10
<i>Claviceps</i>	P	1	5	<i>Marasmius + aff.</i>	SHt	15	50	<i>Champignons corticioides</i>	SL	15	45
<i>Clavulina</i>	SHt	2	4	<i>Macrolepiota + aff.</i>	SHt	5	10
<i>Clavulinopsis</i>	SHt	2	5	<i>Meriliopsis</i>	SHt	2	6	Nombre total de Genres au Bénin Total number of genera in Benin		305	700
<i>Collybia</i>	SHt	7	15	<i>Omphalina</i>	SHt	3	6				
<i>Coltricia</i>	EcM	2	4	<i>Paneolus</i>	SHt	5	10				
<i>Coprinus</i>	SHt	6	18	<i>Peziza</i>	EcM	1	6				
<i>Cordyceps</i>	P	3	6	<i>Pleurotus</i>	SL	5	9				
<i>Cortinarius</i>	EcM	2	4	<i>Pulveroboletus</i>	EcM	3	6				
<i>Cookeina</i>	SL	2	2	<i>Phallus</i>	SHt	5	9				
<i>Craterellus</i>	SHt	2	4	<i>Phellinus</i>	P	2	4				
<i>Crepidotus</i>	SL	4	9	<i>Phlebopus</i>	EcM	1	2				
<i>Crinipellis</i>	SHt	1	4	<i>Phyllipsia</i> (Fig. 6.88)	SL	1	3				
<i>Cyathus</i> (Fig. 6.85)	SL	2	6	<i>Phylloporus</i>	EcM	4	8				
<i>Dacryopinax</i>	SL	1	4	<i>Pisolithus</i>	EcM	2	4				
<i>Daldinia</i>	SL	2	8	<i>Pluteus</i>	SHt	6	16				
<i>Exidia</i>	SL	2	3	<i>Podaxis</i> (Fig. 6.89)	SHt	2	4				
<i>Entoloma</i>	SHt	6	6	<i>Podoscypa</i>	SHt	2	4				
<i>Ganoderma</i>	P	4	6	<i>Polyporus</i>	SL	3	7				
<i>Geastrum</i> (Fig. 6.86)	SHt	5	10	<i>Porphyrellus</i>	EcM	3	6				
<i>Gymnopilus</i>	SL	3	5	<i>Psathyrella</i>	SL	2	5				
<i>Gyroporus</i>	EcM	3	6	<i>Pterula</i>	SHt	2	4				
<i>Hexagonia</i>	SL	2	4	<i>Pycnoporus</i>	SL	1	2				
<i>Hygrocybe</i>	SHt	3	6	<i>Ramaria</i> (Fig. 6.83)	???	2	8				
<i>Hymenochaete</i>	SL	2	5	<i>Rickenella</i>	SHt	3	7				
<i>Hypoxylon</i>	SL	5	11	<i>Rubinoletus</i>	EcM	2	5				
<i>Inocybe</i>	EcM	3	6	<i>Russula</i>	EcM	15	45				
<i>Inonotus</i>	SL	2	5	<i>Scleroderma</i>	EcM	3	5				
				<i>Schyzophyllum</i>	SL	1	1				
				<i>Scytinopogon</i>	SHt	1	2				
				<i>Strobilomyces</i>	EcM	2	3				
				<i>Sebacina</i>	EcM	1	3				

1 EcM = Ectomycorrhiziques, SL = Saprotrrophes lignicoles, SHt = Saprotrrophe humo-terricoles, P = Parasite
2 identifiées jusqu'au niveau spécifique ou signalées
3 au Bénin | in Benin

Tab. 6.36: Diversité comparée des genres importants au Bénin et en Afrique tropicale. | Diversity comparison between important genera in Benin and in tropical Africa.

Genres de Champignons Mushroom genera	Richesse probable Probable richness	
	Bénin	Afrique tropicale*
<i>Amanita</i>	42	> 70
<i>Boletales</i>	50	> 200
<i>Cantharellus</i>	10	> 60
<i>Cortinarius</i>	4	> 10
<i>Inocybe</i>	6	> 25
<i>Lactarius</i>	30	> 150
<i>Russula</i>	45	> 285
<i>Scleroderma</i>	5	±10
<i>Tomentella</i>	25	60

*Verbeke & Buyck 2002

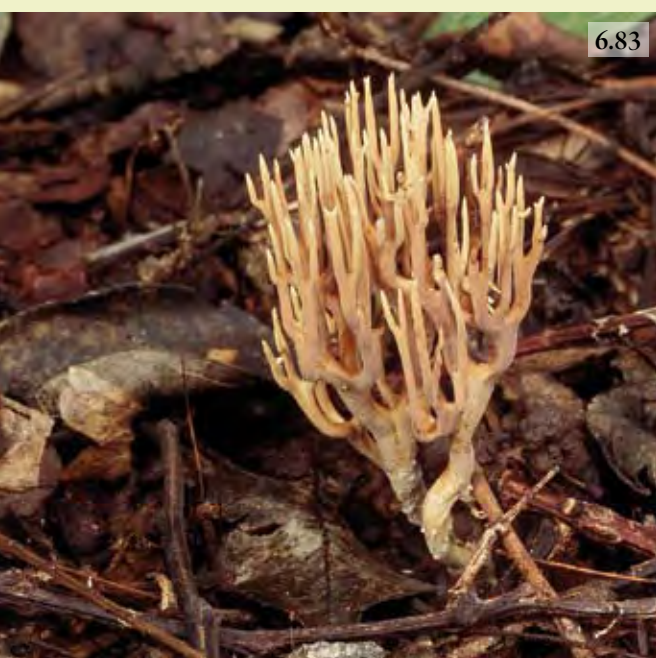


Fig. 6.77: *Afroboletus luteolus* NYO
Fig. 6.78: *Amanita masasiensis* NYO
Fig. 6.79: *Amanita loosii* NYO
Fig. 6.80: *Cantharellus congolensis* NYO
Fig. 6.81: *Cantharellus* sp NYO
Fig. 6.82: *Cantharellus floridulus* NYO
Fig. 6.83: *Ramaria sinsinii* NYO
Fig. 6.84: *Xerocomus* sp. NYO

Volvariella (dans les champs et plantations de palmier à huile) ou de *Pisolithus* (dans les plantations d' *Eucalyptus* et/ou d' *Acacia*). Les espèces du genre *Termitomyces* présentent une grande plasticité écologique et se rencontrent dans toutes les formations végétales du Bénin.

La mycoflore béninoise présente un degré d' **endémisme**⁷ relativement élevé. Si la plupart des espèces saprotrophes (SL et SHT) présentent une distribution pantropicale à **cosmopolite**⁷, la chorologie des espèces ectomycorrhiziques est par contre fortement définie par la répartition des arbres partenaires. En conséquence, le degré d' endémisme est bien élevé au sein des groupes de champignons ectomycorrhiziques. Un degré d' endémisme de 25 % a été en effet rapporté au Bénin pour certains groupes ectomycorrhiziques. Cependant, près de 80 % des espèces au sein de certains groupes sont bien représentées dans les Régions Soudanienne et Zambézienne. De façon similaire, plus de 60 % des espèces ectomycorrhiziques récoltées au Bénin apparaissent également en Région Zambésienne du fait que ces deux Régions partagent les mêmes arbres ectomycorrhiziens des genres *Berlinia*, *Isobertinia*, ainsi que la présence des espèces appartenant aux familles des Euphorbiaceae et Dipterocarpaceae. Cependant, la mycoflore du Bénin, et probablement

The Beninese mycoflora features a relatively high degree of **endemism**⁷. Whilst the majority of saprotroph species (SL and SHT) feature pan tropical to cosmopolitan distribution, in contrast the chorology of the ectomycorrhizal species is strongly defined by the distribution of partner trees. Consequently, the degree of endemism is quite high within the ectomycorrhizal mushroom groups. A degree of endemism of 25 % has in fact been reported in Benin for certain ectomycorrhizal groups. However, almost 80 % of the species within certain groups are well represented in the Sudanian and Zambesian regions. Similarly, more than 60 % of ectomycorrhizal species harvested in Benin also appear in the Zambesian region due to the fact that these two regions share the same ectomycorrhizal trees of the genera *Berlinia*, *Isobertinia*, as well as the presence of species belonging to the families of Euphorbiaceae and Dipterocarpaceae. However, the mycoflora of Benin, and probably of the whole Sudanian region, shows a low diversity of chanterelle mushrooms compared to the diversity in the Zambesian region. This is justified by the absence of ectomycorrhizal representatives belonging to the genera *Brachystegia* and *Julbernadia* in the Sudanian region.

de toute la Région Soudanienne, présente une faible diversité des champignons chanterelles comparée à la diversité en Région Zambésienne. Ceci est justifié par l' absence en Région Soudanienne des représentants ectomycorrhiziques appartenant aux genres *Brachystegia* et *Julbernadia*.

LES SITES D'INTERET ECOLOGIQUE : LES HOT-SPOTS ET SANCTUAIRES DE CHAMPIGNONS

Les forêts classées de Wari-Marou, de l' Ouémé Supérieur et de l' Alibori supérieur

L' intérêt mycologique que portent ces forêts classées réside dans le fait que leurs formations végétales sont dominées par les arbres ectomycorrhiziques appartenant aux Caesalpiniaceae, Euphorbiaceae et Dipterocarpaceae. En plus de cette caractéristique floristique, ces formations végétales sont encore peu soumises aux perturbations humaines, ce qui a contribué à maintenir l' équilibre **symbiotique**⁷ originale entre la flore et la mycoflore. À la différence des forêts denses, la présence des arbres ectomycorrhiziques induit, en plus des espèces purement saprotrophes, l' apparition d' une mycoflore variée et riche en espèces symbiotiques. Plus de 70 % des

SITES OF ECOLOGICAL INTEREST: MUSHROOM HOTSPOTS AND SANCTUARIES

The forest reserves of Wari-Marou, Upper Ouémé and Upper Alibori

The mycological interest of these forest reserves is due to their vegetation being dominated by ectomycorrhizal trees belonging to the Caesalpiniaceae, Euphorbiaceae and Dipterocarpaceae families. In addition to this floristic characteristic, these vegetation types are still little affected by human disturbance, which has contributed to the conservation of the original **symbiotic**⁷ balance between the **flora**⁷ and the mycoflora. In contrast to the dense forests, the presence of ectomycorrhizal trees lead in addition to the saprotrop to the appearance of a diversified mycoflora rich in symbiotic species. Up to now, more than 70 % of the genera recorded in Benin are represented with a fairly high specific diversity. Apart from the genera *Amanita*, *Lactarius*, *Russula* and the *Boletus* which are the obvious partners of the indigenous trees, the majority of the other genera are represented by just 2 to 4 species.



Fig. 6.85: *Cyathus striatus* NYO

Fig. 6.86: *Geastrum* sp. NYO

Fig. 6.87: *Lentinus squarrosulus* NYO

Fig. 6.88: *Phillipsia carnea* NYO

Fig. 6.89: *Podaxis pistillaris* NYO

genres jusqu'ici recensés au Bénin y sont en effet représentés, avec cependant une diversité spécifique assez élevée. En dehors des genres *Amanita*, *Lactarius*, *Russula* et les **bolets**⁷ qui sont des partenaires évidents des arbres indigènes, la plupart des autres genres sont représentés par seulement 2 à 4 espèces.

En général, les formations savanicoles (forêts claires et savanes) à dominance de Caesalpiniaceae représentent un vaste domaine qui s'étend de la zone Guinéo-Soudanienne à la zone Soudanienne du Bénin. Cette zone d'occurrence des champignons ectomycorrhiziens est actuellement fragmentée et soumise à un rythme irréversible et continu de déforestation. Qu'il s'agisse de déforestations massives destinées à l'agriculture ou de l'abattage sélectif des arbres économiquement importants, la disparition des arbres partenaires implique une érosion dramatique de la mycodiversité. La sensibilité et la vulnérabilité des champignons ectomycorrhiziens poussant dans ces milieux amènent à y multiplier les prospections mycologiques.

La forêt galerie de Kota

La forêt galerie de la Kota représente une île mycologique du fait de sa taille réduite (maximum de 1 km²) et de la diversité des

In general, the open vegetation (woodlands and savannas), with a predominance of Caesalpiniaceae, represent a vast domain which extends from the Guineo-Sudanian zone to the Sudanian zone of Benin. This zone of ectomycorrhizal mushroom occurrence is currently fragmented and subject to an irreversible and continuous pattern of deforestation. High level of deforestation due to agriculture or selective logging of economically important partner trees, lead to a dramatic erosion of mycodiversity. The sensitivity and vulnerability of the ectomycorrhizal mushrooms growing in these environments asks for an increased mycological research there.

The gallery forest of Kota

The gallery forest of Kota represents a mycological island due to its small size (maximum of 1 km²) and the diversity of the mushrooms which it harbours. The forest owes its mycological importance to the presence of ectomycorrhizal trees, including in particular *Uapaca somon* (Euphorbiaceae). The presence of *Uapaca somon* and rocks together with an almost permanent water flow have created a favourable microclimate for the appearance of rare *Boletus* and *Cantharellus* mushrooms adapted to

champignons qu'elle abrite. La forêt doit son importance mycologique à la présence des arbres ectomycorrhiziens dont notamment *Uapaca somon* (Euphorbiaceae). La présence de *Uapaca somon* et celle des rochers couplées avec le passage d'un cours d'eau presque permanent ont créé un microclimat favorable à l'apparition des champignons boletoïde et canthareloïde rares et adaptés à ce type d'habitat. Cette forêt abrite 80 % de la diversité de bolets connus du Bénin et 70 % de la richesse en chanterelles. Une diversité non négligeable d'Amanites rares a été également observée dans cette forêt. D'un point de vue mycologique, la forêt galerie de la Kota apparaît comme l'un des écosystèmes uniques sur le plan national. Du fait de sa taille réduite et des activités récréatives très intenses, la plupart des espèces fongiques de ce milieu sont en danger critique d'extinction. On peut donc classer de ce fait la forêt galerie de Kota comme un sanctuaire de champignons et devient de ce fait un site prioritaire en matière de conservation des champignons et de la **biodiversité**⁷ en général.

La forêt classée de Bassila

À la différence de la forêt galerie de Kota, celle de Bassila est dominée par la présence de *Berlinia grandiflora* (Caesalpiniaceae). Cette

this type of habitat. This forest harbours 80 % of the *Boletus* diversity found in Benin and 70 % of the richness of *Chanterellus*. A considerable diversity of rare Amanites has also been spotted in this forest. From a mycology point of view the gallery forest of Kota appears to be a unique ecosystem in national terms. Because of its reduced size and very intense recreation activity, the majority of fungi species of this environment are in critical danger of extinction. Because of this fact the gallery forest of Kota can be classified as a mushroom sanctuary and will then become a priority site in the matter of mushroom conservation and **biodiversity**⁷ in general.

The forest reserve of Bassila

In contrast to the gallery forest of Kota, that of *Bassila* is dominated by the presence of *Berlinia grandiflora* (Caesalpiniaceae). This forest is also small in size. It not only harbours a different mycoflora to that of Kota but is also unique in national terms. Almost 8 species of milk mushrooms, two chanterelles and one species of *Pseudocraterellus* are restricted to this forest, in addition to the diversity of other common fungi species. It is listed in the same category as the gallery forest of Kota and they

forêt est aussi de petite taille. Elle abrite une mycoflore non seulement différente de celle de la Kota mais aussi unique sur le plan national. Près de 8 espèces de Lactaires, deux chanterelles et une espèce de *Pseudocraterellus* sont confinées dans cette forêt, en plus de la diversité des autres espèces fongiques communes. Elle s'inscrit dans la même catégorie que la forêt galerie de la Kota et elles constituent des hotspots fongiques uniques au Bénin. Du fait de la fin des projets d'aménagement qui ont cours autrefois dans la région, une surexploitation imminente des arbres ectomycorhizens (notamment *Berlinia grandiflora*) est à craindre car, ceci suppose aussi l'érosion et/ou la disparition de la mycodiversité notamment ectomycorhizique. La plupart des espèces fongiques qui y poussent sont des espèces en danger de disparition. Le caractère exceptionnel de la mycoflore confère à la forêt galerie de *Bassila* un statut prioritaire dans la politique nationale de protection des espèces et de leurs habitats.

constitute the fungi hotspots in Benin. Because the management projects which took place in the region in the past have ended, imminent over-exploitation of the ectomycorrhizal trees (notably *Berlinia grandiflora*) is to be feared, accompanied by erosion and/or disappearance of the mycodiversity, in particular ectomycorrhizal. The majority of fungi species which grow there are species in danger of extinction. The exceptional character of the mycoflora confers priority status to the gallery forest of *Bassila*, under the national conservation policy of species and their habitats.

BIBLIOGRAPHIE CHAPITRE 6

REFERENCES CHAPTER 6

- Achigan Dako GE, Fanou N, Kouke A, Avohou H, Vodouhe SR & Ahanchede A. 2006: Evaluation agronomique de trois espèces de *Egusi* (Cucurbitaceae) utilisées dans l'alimentation au Bénin et élaboration d'un modèle de prédiction du rendement. *Biotechnologie Agronomie Société Environnement*, 10, 121-129.
- Achigan Dako GE, Vodouhe SR & Sangaré A. 2008: Caractérisation morphologique des cultivars locaux de *Lagenaria siceraria* (Cucurbitaceae) collectés au Bénin et au Togo. *Belgian Journal of Botany*, 141, 21-38.
- Achigan Dako GE. 2008: Phylogenetic and genetic variation analyses in cucurbit species (Cucurbitaceae) from West Africa: definition of conservation strategies. *Cuvillier Verlag, Göttingen*, 154 p.
- Achigan Dako GE, Fagbemissi R, Avohou TH, Vodouhe SR, Coulibaly O & Ahanchede A. 2008: Importance and practices of egusi crops (*Citrullus lanatus*, *Cucumeropsis mannii* and *Lagenaria siceraria* cv. 'Akklamkpa') in socio-linguistic areas in Benin. *Biotechnologie Agronomie Société et Environnement*, 12, 393-403.
- Achigan Dako GE, Fuchs J, Ahanchede A & Blattner RF. 2008: Flow cytometric analysis in *Lagenaria siceraria* (Cucurbitaceae) indicates correlation of genome size with usage types and growing elevation. *Plant Systematics and Evolution*, DOI: 10.1007/s00606-008-0075-2.
- Achigan Dako GE, Ndanikou S, Ahanchede A, Ganglo JC & Blattner RF. 2008: Phenetic analysis of wild populations of *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae) in West Africa and inference of the definition of the new subspecies *macroloba* Achigan-Dako & Blattner. *Candollea*, 63, 153-167.
- Adam S & Boko M. 1993: Le Bénin. Les éditions du Flamboyant : EDICEF.
- Adam CB. 2003: The locust bean tree (*Parkia biglobosa*) in traditional agroforestry in the Commune of N'dali : the case of the District of Sirarou. End of course dissertation for obtaining a construction engineering diploma, CPU, UAC, Benin.
- Adjakidjè V. 2006: Cucurbitaceae. In : A Akoègninou, WJ Van Der Burg, LJG Van Der Maesen, V Adjakidjè, JP Essou, B Sinsin & H Yédomonhan (Eds.), *Flore du Bénin* pp. 520-534. Cotonou & Wageningen: Backhuys Publishers.
- Adjanohoun A, Adjakidje A, Ake A, Akoègninou A, D'almeida A, Chadare B, Cusset D, Eyme G, Gbaguidi E & Hougnon Z. 1989: Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République Populaire du Bénin. Médecine traditionnelle et pharmacopée. ACCT.
- Adoukonou-Sagbadja H, Dansi A, Vodouhè R & Akpagana K. 2004: Nuclear DNA Content and ploidy level of some fonio (*Digitaria* sp.) landraces from West-Africa as determined by laser flow cytometry and chromosome counting. *Annales des Sciences Agronomiques du Benin*, 6 (2), 205-219.
- Adoukonou-Sagbadja H, Dansi A, Vodouhè R & Akpagana K. 2004: Collecting fonio (*Digitaria exilis* Stapf, *Digitaria iburua* Stapf) landraces in Togo. *Plant Genetic Resources Newsletters*, 139, 59-63.
- Adoukonou-Sagbadja H, Dansi A, Vodouhè R & Akpagana K. 2006: Indigenous knowledge and traditional conservation of fonio millets (*Digitaria exilis* Stapf, *Digitaria iburua* Stapf) in Togo, *Biodiversity and Conservation*, 15, 2379-2395.
- Adoukonou-Sagbadja H, Wagner C, Dansi A, Ahlemeyer J, Dainou O, Akpagana K, Ordon F & Friedt W. 2007: Genetic diversity and population differentiation of fonio millet (*Digitaria* spp.) landraces from different agro-ecological zones of West-Africa, *Theoretical and Applied Genetics*, 115 (7), 917-931.
- Adoukonou-Sagbadja H, Schubert V, Dansi A, Jovtchev G, Meister A, Pistrick K, Akpagana K & Friedt W. 2007: Flow cytometric analysis reveals different nuclear DNA contents in cultivated Fonio (*Digitaria* spp.) and some wild relatives. *Plant Systematics and Evolution*, 267 (1-4), 163-176.
- Agbangla C, Dansi A, Ahanhanzo C, Alavo TBC, Daïnou O, Tostain S, Scarcelli N & Pham JL. 2007: Assessment of genetic diversity within and between populations of *Dioscorea abyssinica* Hochst. ex Kunth of northern Benin using AFLP (Amplified Fragment Length polymorphism) markers. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*, 9(1) : 43-55.
- Agbangla C, Ahanhanzo C, Tostain S, Dansi A & Daïnou O. 2002: Evaluation de la diversité génétique par RAPD d'un échantillon de *Dioscorea alata* de la sous-préfecture de Savè au Bénin. *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)*.
- Amakpè F. 1998: Contribution à l'aménagement durable de la forêt classée des Trois Rivières : composition et dynamique des principaux groupements végétaux et besoin des populations riveraines. Mémoire d'Ingénieur agronome, FSA, UNB.
- Arbonnier M. 2002: Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. 2ème édition, CIRAD, France.
- Assogbadjo AE & Sinsin B. 2007: Caractérisation et stratégies de conservation du baobab (*Adansonia digitata* L.) dans les paysages agraires du Bénin. In: TB Mayaka, H De Longh & B. Sinsin (Eds.), *Ecological restoration of African Savanna Ecosystems* pp.35-50. Proceedings of the third RNSCC International Seminar, 6 Feb, Cotonou, Benin. CEDC/CML, Leiden University.
- Assogbadjo AE. 2006: Importance socio-économique et étude de la variabilité écologique, morphologique, génétique et biochimique du baobab (*Adansonia digitata* L.) au Bénin. Thèse de doctorat. Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University.
- Assogbadjo AE, Glèlè Kakai R, Chadare FJ, Thomson L, Kyndt T, Sinsin B & Van Damme P. 2008: Folk classification, perception and preferences of baobab products in West Africa: consequences for species conservation and improvement. *Economic Botany*, 62 (1), 74-84.

- Assogbadjo AE, Kyndt T, Chadare FJ, Sinsin B, Gheysen G, Eyog-Matig O & Van Damme P. 2008: Genetic fingerprinting using AFLP cannot distinguish traditionally classified baobab morphotypes. *Agroforestry Systems*, 75, 157–165.
- Assogbadjo AE, Kyndt T, Sinsin B, Gheysen G & Van Damme P. 2006: Patterns of genetic and morphometric diversity in baobab (*Adansonia digitata* L.) populations across different climatic zones of Benin (West Africa). *Annals of botany*, 97, 819-830.
- Assogbadjo AE, Sinsin B & Van Damme P. 2005: Caractères morphologiques et production des capsules de baobab (*Adansonia digitata* L.) au Bénin. *Fruits*, 60(5), 327-340.
- Assogbadjo AE, Sinsin B, Codjia JTC. & Van Damme P. 2005: Ecological diversity and pulp, seed and kernel production of the baobab (*Adansonia digitata*) in Benin. *Belgian Journal of Botany*, 138(1), 47-56.
- Avocèvou C. 2005: Pour une exploitation durable des produits forestiers non ligneux : effet du ramassage des fruits de *Pentadesma butyracea* sur sa régénération naturelle et analyse financière de la commercialisation de ses amandes et de son beurre dans l'arrondissement de Pénessoulou au Bénin. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies. Université d'Abomey-Calavi, Bénin.
- Avocèvou-Ayisso C, Sinsin B, Adégbidi A, Dossou G & Van Damme P. 2009: Sustainable use of non-timber forest products: Impact of fruit harvesting on *Pentadesma butyracea* regeneration and financial analysis of its products trade in Benin. *Forest Ecology and Management*, 257(8), 1930-1938.
- Baum DA. 1995: A systematic revision of *Adansonia*, Bombacaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 82, 440-470.
- Baum DA, Small RL & Wendel JF. 1998: Biogeography and floral evolution of baobabs (*Adansonia*, Bombacaceae) as inferred from multiple data sets. *Systematic Biology*, 47, 181-207.
- Beloin N, Gbeassor M, Akpagana K, Hudson J, De Souza K, Koumaglo K & Arnanon TJ. 2005: Ethnomedicinal uses of *Momordica charantia* (Cucurbitaceae) in Togo and relation to its phytochemistry and biological activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 96, 49-55.
- Bonou W. 2007: Caractérisation structurale des formations végétales abritant *Afzelia africana* Sm: cas de la forêt classée de la Lama au Sud du Bénin. Mémoire d'ingénieur agronome. Université d'Abomey-Calavi.
- Borget M. 1989: Les légumineuses vivrières tropicales. In : le technicien d'agriculture tropicale. Editions Maisonneuve et Larose.
- Bouvet JM, Fontaine C, Sanou H & Cardin C. 2004: An analysis of the pattern of genetic variation in *Vitellaria paradoxa* using RAPD markers. *Agroforestry Systems*, 60, 61–69.
- Burkill HM. 1985: The useful plants of West Tropical Africa. Ed. 2. Vol 1. Families A-D. Kew: Royal Botanical Garden.
- Centre du Commerce International (CCI). 2002: Analyse du secteur de l'anacarde situation actuelle et perspective de développement en République du Bénin. Rapport rédigé dans le cadre du projet INT/W3/69, Cotonou, Bénin.
- Chweya JA & Eyzaguirre P. 1999: The biodiversity of traditional leafy vegetables. IPGRI Rome (Italy).
- Codjia JTC, Fonton-Kiki B, Assogbadjo AE & Ekué MRM. 2001: Le baobab (*Adansonia digitata*), une espèce à usage multiple au Bénin. *Coco Multimedia*, Cotonou, Bénin.
- Dansi A, Adjatin A, Adoukonou-Sagbadja H, Faladé V, Yedomonhan H, Odou D & Dossou B. 2008: Traditional leafy vegetables and their use in the Benin Republic. *Genet. Resour. Crop Evol.*, 55 (8), 1239-1256.
- Dansi A, Adjatin A, Adoukonou-Sagbadja H, Faladé V, Adomou AC, Yedomonhan H, Akpagana K & de Foucault B. 2009: Traditional leafy vegetables in Benin: folk nomenclature, species under threat and domestication. *Acta Botanica Gallica* (In press).
- Dansi A, Daïnou O, Agbangla C, Ahanhanzo C, Brown S & Adoukonou-Sagbadja H. 2005: Ploidy level and nuclear DNA content of some accessions of water yam (*Dioscorea alata*) collected at Savè, a district of central Benin. *Plant Genetic Resources Newsletters*, 144, 20-23.
- Dansi A, Vernier P, Marchand JL, Lutaladio N & Baudouin WO. 2003: Les variétés d'ignames cultivées : Savoir-faire paysan au Bénin. Edition FAO. ISBN 92-5-205062-0.
- Dansi A, Adjatin A, Vodouhè R, Adéoti K, Adoukonou-Sagbadja H, Faladé V, Yedomonhan H, Akoègninou A & Akpagana K. 2009: Biodiversité des légumes feuilles traditionnels consommés au Bénin. ISBN : 978 – 99919 – 68 – 63 – 6 ; IRDCAM-IFS-FAST.
- Dansi A, Adjatin A, Adoukonou-Sagbadja H & Akpagana K. 2008: Production and traditional seeds conservation of leafy vegetables in Benin rural areas. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Benin*, 59, 59-70.
- De Caluwé E, De Smedt S, Assogbadjo AE, Samson R, Sinsin B & Van Damme P. 2008: Ethnic differences in use value and use patterns of baobab (*Adansonia digitata* L.) in northern Benin. *African Journal of Ecology* (In press). DOI: 10.1111/j.1365-2028.2008.01023.x
- De Kesel A, Codjia JTC & Yorou SN. 2002: Guide des Champignons Comestibles du Bénin. *Coco Multimedia* & Jardin Botanique National de Belgique, Cotonou, Bénin.
- Diallo BO, Joly HI, Mckey D, Hossaert Mckey M & Chevallier MH. 2007: Genetic diversity of *Tamarindus indica* populations: Any clues on the origin from its current distribution? *African Journal of Biotechnology*, 6 (7), 853-860.

- Djossa BA, Fahr J, Wiegand T, Ayihouénou BE, Kalko EKV & Sinsin BA. 2008: Land use impact on *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn. stand structure and distribution patterns: a comparison of the Biosphere Reserve of Pendjari and farmed lands in Atacora district in Benin. *Agroforest. Syst.*, 72, 205-220.
- Donaldson JS. 1997: Is there a floral parasite mutualism in cycad pollination? The pollination biology of *Encephalartos villosus* (Zamiaceae). *Amer. J. Bot.*, 84, 1398–1406.
- Dumont R, Dansi A, Vernier PH & Zoundjihékpon J. 2005: Biodiversité et domestication des ignames en Afrique de l'Ouest : Pratiques traditionnelles conduisant à *Dioscorea rotundata*. Edité par Collection Repères, CIRAD. ISSN 1251-7224.
- Ekúé MRM. 2005: Distribution, morphological variation and population genetic structure of the vulnerable cycad *Encephalartos barteri* carruthers ex miquel ssp. *barteri* (Zamiaceae) in Benin. Master of Science Thesis, Georg-August University of Göttingen.
- Ekúé MRM, Gailing O, Hölscher D, Sinsin B & Finkeldey R. 2008: Population genetics of the cycad *Encephalartos barteri* ssp. *barteri* (Zamiaceae) in Benin with notes on leaflet morphology and implications for conservation. *Belgian Journal of Botany*, 141 (1), 78-94.
- Fandohan AB, Assogbadjo AE, Glele Kakai RL, Sinsin B & Van Damme P. 2010: Impact of habitat type on the conservation status of tamarind (*Tamarindus indica* L.) populations in the W National Park of Benin. *Fruits*, 65, 11-19.
- Fandohan B. 2007: Population structure and socio-cultural importance of tamarind (*Tamarindus indica* L.) in Karimama district (Benin). Mémoire de DEA, FSA/UAC, Bénin.
- FAO. 1997: World Agriculture Database Rome, 6-18.
- Fayomi B. 2008: Etude ethnobotanique et gestion de la diversité variétale du manioc dans la Commune de Savalou. Mémoire de Diplôme d'Ingénieur des Travaux en Aménagement et Protection de l'Environnement (APE). Ecole polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Bénin.
- Gbanhoun A. 1993: Savoir pour mieux vulgariser et mieux cultiver les principales cultures du Bénin. Imprimerie express de Parakou.
- Geerling C. 1988: Guide de terrain des ligneux sahéliens et soudano-guinéens. Université Agronomique de Wageningen, Pays-Bas.
- Glèlè Kakai R & Sinsin B. 2009: Structural description of two *Isberlinia* dominated communities in the Wari-Maró forest reserve (Benin). *South African Journal of Botany*, 75(1), 43-51.
- Grubben GJH & Denton OA. 2004: Plant Resources of Tropical Africa 2. Vegetables. PROTA.
- Hall JB, Aebischer DP, Tomlinson HF, Amaning EO & Hindle JR. 1996: *Vitellaria paradoxa*: a monograph. School of Agricultural and Forestry Sciences. Publication Number 8, University of Wales, Bangor, UK.
- Hill KD & Stevenson DW. 2007: The cycad pages. Royal Botanic Gardens, Sydney, accessed at <http://plantnet.rbgsyd.nsw.gov.au/PlantNet/cycad/wlist.html>.
- Hopkins HC. 1983: The taxonomy, reproductive biology and economic potential of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae) in Africa and Madagascar. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 87, 135-167.
- Houngbédji A. 1997: Étude phytotechnique, écologique et des technologies endogènes de transformations de *Pentadesma butyracea*, espèce des galeries forestières de la région de Bassila. Mémoire de DEAT, Lycée Technique Agricole Médji, Sékou, Bénin.
- Hounkponou MC. 2005: Acteurs semenciers et variétés au Bénin, Burkina Faso, Mali, Niger, Sénégal et Sierra Leone. In : Semences et matériel de plantation en Afrique occidentale. Bulletin du réseau sur les semences en Afrique occidentale. GTZ-CORAF/WECARO-IITA.KIA Accra ; Ghana.WASNET-NEW 14 ISSSN 1595-2312.
- IUCN. 2007: 2007 IUCN red list of threatened species. Accessed at www.iucn-redlist.org, on 8 October 2007.
- Jeffrey C. 1965: Key to the Cucurbitaceae of West Tropical Africa, with a guide to localities of rare and little-known species. *Journal of the West African Science Association*, 9, 79-97.
- Jones DL. 1993: *Cycads of the World*. Reed Publishers, Sydney, Australia.
- Jongschaap REE, Corré WJ, Bindraban RS & Brandenburg WH. 2007: Claims and Facts on *Jatropha curcas* L. Global *Jatropha curcas* evaluation, breeding and propagation. Report 158, PRI, WUR, The Netherlands.
- Kelly BA, Hardy OJ & Bouvet JM. 2004: Temporal and spatial genetic structure in *Vitellaria paradoxa* (shea tree) in an agroforestry system in southern Mali. *Molecular Ecology*, 13, 1231–1240.
- Lovett PN & Haq N. 2000: Evidence for anthropic selection of the Sheanut tree (*Vitellaria paradoxa*). *Agroforestry Systems*, 48, 273–288.
- Maranz S, Wiesman Z, Bianchi G & Bisgaard J. 2004: Germplasm resources of *Vitellaria paradoxa* based on variations in fat composition across the species distribution range. *Agroforestry Systems*, 60, 71–76.
- Mémento de l'agronome. 2002: Ministère des Affaires Etrangères, France.
- Mignouna HD & Dansi A. 2003: Yam (*Dioscorea* sp.) domestication by the Nago and Fon ethnic groups in Benin. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50 (5), 519-528.
- N'Danikou S. 2006: Diversité, écologie et utilisation des espèces du genre *Momordica* (Cucurbitaceae) en Afrique de l'Ouest. Mémoire d'ingénieur agronome, FSA/UAC, Abomey-Calavi, Bénin.
- Njoroge GN & van Luijk MN. 2004: *Momordica charantia* L. In GJH Grubben & OA Denton (Eds.) *Vegetables* pp. 385-390. Wageningen and Leiden: Plant Resources of Tropical Africa 2, Backhuys Publishers and CTA.

- Norstog K & Nicholls T. 1997: The biology of the cycads. Cornell University Press, Ithaca, USA.
- Nourou YS. 2000: Biodiversité et écologie des champignons supérieurs dans les phytocénoses de la forêt classée de Wari-Marou au Bénin. Mémoire d'Ingénieur Agronome, FSA/UAC, Bénin.
- Odou D. 2007: Gestion de la diversité variétale du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) au sud du Bénin. Mémoire de Diplôme d'Ingénieur des Travaux en Aménagement et Protection de l'Environnement (APE). Ecole polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Bénin.
- Oloukoï L. 2004: Evaluation de l'impact de la politique de la taxation sur les rentabilités financière et économique de la filière anacarde au Bénin. Mémoire de maîtrise es-Sciences économiques. FASEG/UAC, Bénin.
- Ouattara N. 1999: Evolution du taux de germination de semences oléagineuses en fonction du mode et de la durée de conservation. Cas de *Pentadesma butyracea* Sabine (Lami). In AS Ouedraogo & JM Boffa (Eds.) Vers une approche régionale des ressources génétiques forestières en Afrique sub-saharienne pp. 170-174. Actes du 1er Atelier régional sur la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques.
- Ouédraogo AS. 1995: *Parkia biglobosa* (Leguminosae) in West Africa: Biosystematics and Improvement. PhD thesis, Wageningen University.
- Projet de Restauration des Ressources Forestières (PRRF). 2000: Les Anacardiers et les Noix de Cajou à Bassila, au Bénin. Rapport d'activités. Cotonou, Bénin.
- Purseglove JW. 1966: Tropicals crops. Editions Longman Group.
- Sagbo P. 2000: Etude des caractéristiques dendrométriques des peuplements naturels à dominance d'Isobrerlinia : cas de la forêt classée de l'Ouémé supérieur au Nord du Bénin. Mémoire d'Ingénieur Agronome, FSA/UNB, Bénin.
- Sanou H, Kambou S, Teklehaimanot Z, Dembélé M, Yossi H, Sina S, Djingdia L & Bouvet JM. 2004: Vegetative propagation of *Vitellaria paradoxa* by grafting. *Agroforestry Systems*, 60, 93–99.
- Sina S. 2006: Reproduction and Genetic Diversity of the *Parkia biglobosa* (Jacq.) G.Don. PhD thesis Wageningen University.
- Sinsin B & Owolabi L. 2001: Monographie Nationale de la Diversité Biologique. Rapport de Synthèse. MEHU/PNUD, Cotonou, Bénin.
- Sinsin B, Assogbadjo AE & Adi M. 2008: Monographie et ethnobotanique de *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) au Bénin. Rapport technique, LEA/FSA/UAC.
- Sinsin B & Avocèvou C. 2007: *Pentadesma butyracea*. In HAM van der Vossen & GS Mkamillo (Eds). Plant Resources of Tropical Africa 14. Vegetable oil pp. 135-137. PROTA Foundation, Wageningen, Netherlands / Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands / CTA, Wageningen, Netherlands.
- Sinsin B, Eyog Matig O, Assogbadjo AE, Gaoué OG & Sinadouwirou T. 2004: Dendrometric characteristics as indicators of pressure of *Azalia africana* Sm. trees dynamics in different climatic zones of Benin. *Biodiversity and Conservation*, 13(8), 1555-1570.
- Stevenson DW, Norstog KJ & Fawcett PS. 1998: Pollination biology of cycads. In: SJ Owens & PJ Rudall (Eds.), *Reproductive biology* pp. 277-294. Royal Botanic Gardens, Kew, UK.
- Tandjiékpon A. 2005: Caractérisation du système agroforestier à base d'anacardier (*Anacardium occidentale* L) en zone de savane du Bénin. Mémoire de DEA, UAC/FLASH/EDP, Bénin.
- Teklehaimanot Z. 2004: Exploiting the potential of indigenous agroforestry trees: *Parkia biglobosa* and *Vitellaria paradoxa* in sub-Saharan Africa. *Agroforestry Systems*, 61, 207–220.
- Trékpo P. 1998: Contribution à l'étude des possibilités d'aménagement durable de la forêt classée de Ouénou Bénou au Nord Est du Bénin : structure et dynamique des principaux groupements végétaux. Mémoire d'Ingénieur des travaux, CPU/UNB, Bénin.
- Trékpo P. 2003: La Culture de l'Anacardier dans la Région de Bassila au Nord Bénin. Rapport d'activités du Projet Restauration des Ressources Forestières de Bassila. ONAB, Cotonou, République du Bénin.
- Tsy JMLP, Lumaret R, Mayne D, Vall AOM, Abutaba YIM, Sagna M, Rakoton-dralambo RS & Danthu P. 2009: Chloroplast DNA phylogeography suggests a West African centre of origin for the baobab, *Adansonia digitata* L. (Bombacoideae, Malvaceae). *Molecular Ecology*, 18, 1707–1715.
- Van Rooij PV, De Kesel A & Verbeken A. 2003: Studies in tropical African *Lactarius* species (Russulales, Basidiomycota). 11. Records from Benin. *Nova Hedwigia*, 77, 221-251.
- Verbeken A & Buyck B. 2002: Diversity and Ecology of tropical Ectomycorrhiza fungi in Africa. In R Watling, JC Franckland, AM Ainsworth, S Isaac & CH Robinson (Eds), *Tropical Mycology*, Vol. 1 Macromycetes, pp. 11-24.
- Vovides AP. 1991: Insect symbionts of some Mexican cycads in their natural habitat. *Biotropica*, 23, 102-104.
- Yabi I. 2005: Rôle de l'agroforesterie à base de l'anacardier dans la dynamique de l'occupation du sol dans le secteur Agbassa-Idadjo. Mémoire de DEA, UAC/FLASH/EDP.
- Yabi I. 2008: Etude de l'agroforesterie à base d'anacardier et des contraintes climatiques à son développement dans le Centre du Bénin. Thèse de doctorat nouveau régime, EDP/FLASH.
- Yorou SN, De Kesel A, Sinsin B & Codjia JTC. 2001: Diversité et productivité des champignons comestibles de la forêt classée de Wari-Marou (Bénin, Afrique de l'Ouest). *Systematic and Geography of Plants*, 71, 613-625.