

Abdou-Salam Ouédraogo

*Parkia biglobosa* (Leguminosae) en Afrique de l'Ouest: Biosystématique  
et Amélioration

**Proefschrift**

ter verkrijging van de graad van doctor  
in de landbouw- en milieuwetenschappen  
op gezag van de rector magnificus,  
dr. C.M. Karssen  
in het openbaar te verdedigen  
op 24 februari 1995  
des namiddags te één uur dertig in de Aula  
van de Landbouwuniversiteit te Wageningen.

Promotoren:

dr.ir. L.J.G. van der Maesen  
hoogleraar in de Plantentaxonomie

dr. Sita Guinko  
hoogleraar Biologie en Plantenecologie  
professeur en Biologie et Ecologie Végétale  
Universiteit van Ouagadougou, Burkina Faso

STELLINGEN

1. Our studies confirm the opinion of Hopkins (1983) that in the savannah populations of *Parkia* only one variable species, *Parkia biglobosa* (néré, African locust bean), can be distinguished.

Hopkins, H.C., 1983: The taxonomy, reproductive biology and economic potential of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae) in Africa and Madagascar. Bot. J. Linn. Soc. 87: 135-167.

2. In *Parkia biglobosa* four elementary structures in architecture provide the tree with a large flexibility.

Oldeman, R.A.A., 1989: Biological implications of leguminous tree architecture. In: H.C. Stirton & J.L. Zarucchi, Advances in Legume Biology. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gdn.: 17-34.

This thesis: chapter 2, p. 17.

3. Not only in leaflet size, but also in seed thickness, colour variation and other characteristics - clinal distribution in *Parkia biglobosa* largely follows an East-West direction.

Hopkins, H.C., 1983: The taxonomy, reproductive biology and economic potential of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae) in Africa and Madagascar. Bot. J. Linn. Soc. 87: 135-167.

4. By their management practices, local communities have successfully maintained and enhanced the genetic diversity of parkland tree species, often still in the course of domestication; this fact provides an additional support to farmer's right on genetic resources of these species.

This thesis: chapter 4, p. 87.

5. Managing *Parkia biglobosa* as a fruit tree can lead to agronomic and genetic improvement of the species. Legal prohibitions against pruning of *Parkia biglobosa* are contrary to the farmer's knowledge and practices, and limit productivity and survival of the tree.

This thesis: chapter; chapter 3, p. 70, chapter 4, p. 94.

6. Parklands in Africa will continue to exist even in case of modernization of agricultural production systems.

7. If *Parkia biglobosa* would be optimally used, few West Africans would have to visit the hospital.
8. The question is not whether technical cooperation between North and South is good or bad. The crucial aspect is whether developing countries can negotiate and effectively manage their partnership with developed countries.
9. The term "Local community participation" is a rather misleading expression. The challenge is not to have local communities participate in conservation programmes, but for formal scientists or agencies to develop appropriate approaches to understand and integrate local systems, and thus participate constructively in ongoing development activities.
10. Supporting human resources with technical and scientific knowledge is useful for conservation programmes; but it is essential to develop committed leaders with management skills, clear vision and long-term objectives.
11. Of all items supposed to be new, previous centuries often have a certain knowledge about them. Not all useful knowledge is contained in scientific books.

The Bible: Ecclesiastes 1: 10.

12. The more and more Universities and Research Institutes face financial cuts, the glossier and more frequent their reports and brochures.

Stellingen behorende bij het proefschrift van A.-S. Ouédraogo: *Parkia biglobosa* (Leguminosae) en Afrique de l'Ouest: Biosystématique et Amélioration.

Wageningen, 24 februari 1995

## Sommaire

<b>I. Préliminaires</b> .....	1
1.1 Avant-propos .....	1
1.2 Résumé .....	3
1.3 Summary .....	5
1.4 Samenvatting .....	7
<b>II. Introduction</b> .....	10
<b>2. Généralités sur <i>Parkia biglobosa</i></b> .....	10
2.1 Taxonomie .....	10
2.2 Synonymes et noms usuels .....	10
2.3 Caractéristiques de l'arbre et description botanique .....	10
2.4 Répartition .....	11
2.4.1 Répartition du genre <i>Parkia</i> dans le monde .....	11
2.4.2 Répartition en Afrique et à Madagascar .....	13
2.5 Vicariance et diversité de <i>Parkia biglobosa</i> .....	15
2.6 Architecture de <i>Parkia biglobosa</i> .....	17
2.6.1 Définition .....	17
2.6.2 Modèle architectural .....	17
2.6.3 Séquence de développement .....	19
2.6.4 Architecture .....	29
2.6.5 Variabilité .....	30
<b>III. Etude de la variabilité morphologique et biochimique</b> .....	32
<b>3. Biosystématique, amélioration et conservation de <i>Parkia biglobosa</i> en Afrique de l'Ouest</b> .....	32
3.1 Introduction .....	32
3.2 Matériel et méthodes .....	33
3.2.1 Echantillonnage: principe et effectif .....	33
3.2.2 Types d'unités expérimentales .....	35
3.2.3 Analyses biochimiques .....	36
3.2.4 Méthodes statistiques .....	36
3.3 Résultats .....	43
3.3.1 Décomposition de la variance .....	43
3.3.2 Analyse de variance .....	45
3.3.3 Tests de comparaison de moyennes pour les pays .....	46
3.3.4 Modèles linéaires générales .....	51
3.3.5 Dendrogramme .....	55
3.3.6 Analyses en composantes principales (ACP) .....	57
3.4 Discussion .....	68

3.4.1	Influence des facteurs environnementaux .....	68
3.4.2	Influence des facteurs d'origine génétique .....	69
3.5	Impacts humains sur l'organisation et la structure de la diversité chez <i>Parkia biglobosa</i> .....	70
3.6	Implications sur les stratégies de sélection et de conservation des ressources génétiques de <i>Parkia biglobosa</i> .....	72
<b>IV.</b>	<b>Aspects socio-économiques et culturels de <i>Parkia biglobosa</i></b> .....	<b>74</b>
4.	Etude ethnobotanique .....	74
4.1	Introduction .....	74
4.2	Matériel et méthodes .....	75
4.2.1	La zone et les périodes d'étude .....	75
4.2.2	L'approche .....	76
4.3	Résultats .....	80
4.3.1	Le Néré dans les diverses langues et/ou dialectes .....	80
4.3.2	Légende populaire et place du Néré dans les rites et coutumes .....	80
4.3.3	Le Néré dans le champ du paysan .....	87
4.3.4	Mode et pratiques de gestion de parcs de Néré .....	93
4.3.5	Le Néré dans l'économie rurale .....	94
4.3.6	Le savoir paysan ancestral sur la diversité du Néré .....	106
4.4	Discussion .....	109
4.4.1	Le Néré, espèce à fonctions multiples (EFM) .....	110
4.4.2	La signification des noms et leur impact sur la diversité du Néré .....	110
4.4.3	L'impact de la légende populaire sur la production et la conservation des ressources génétiques de Néré .....	111
4.4.4	Développement de phytopratiques traditionnelles .....	113
4.4.5	Régénération artificielle et plantation d'arbres .....	113
4.4.6	Valorisation des produits du Néré pour une alimentation saine et équilibrée .....	114
4.4.7	Valorisation en médecine traditionnelle et en pharmacopée .....	116
4.4.8	Complémentarité entre le savoir traditionnel et le savoir scientifique .....	117
<b>V.</b>	<b>Etude de <i>Parkia biglobosa</i> au Burkina Faso</b> .....	<b>119</b>
5.1	Introduction .....	119
5.2	Répartition de <i>Parkia biglobosa</i> au Burkina Faso .....	119
5.2.1	Répartition .....	119
5.3	Phénologie .....	125
5.3.1	Introduction .....	125
5.3.2	Matériel et méthodes .....	125
5.3.3	Résultats .....	128
5.3.4	Discussion .....	133
5.4	Variation phénologique selon les gradients nord-sud et est-ouest .....	135

5.4.1 Introduction .....	135
5.4.2 Matériel et méthodes .....	135
5.4.3 Résultats .....	136
5.4.4 Discussion .....	140
5.5 Pollinisation et système de reproduction .....	142
5.5.1 Introduction .....	142
5.5.2 Matériel et méthodes .....	143
5.5.3 Résultats .....	146
5.5.4 Discussion .....	153
5.6 Visiteurs et agents pollinisateurs .....	154
5.6.1 Introduction .....	154
5.6.2 Matériel et méthodes .....	154
5.6.3 Résultats .....	155
5.6.4 Discussion .....	165
5.7 Influence de la pollinisation sur la production fruitière .....	166
5.7.1 Introduction .....	166
5.7.2 Matériel et méthodes .....	166
5.7.3 Résultats .....	167
5.7.4 Discussion .....	170
<b>VI. Conservation et amélioration génétique .....</b>	<b>171</b>
6. Stratégie de conservation et d'amélioration génétique de <i>Parkia biglobosa</i> en Afrique de l' Ouest .....	171
6.1 Introduction .....	171
6.2 Objectifs .....	171
6.3 Approche .....	172
6.4 Progrès, Problèmes, Priorités et Perspectives .....	172
6.4.1 Ecologie - Sylviculture - Architecture .....	172
6.4.2 Diversité phénotypique .....	173
6.4.3 Facteurs socio-économiques et culturels .....	174
6.4.4 Phénologie, Biologie et Ecologie de la reproduction .....	175
6.4.5 Stratégies d'amélioration génétique .....	176
6.4.6 Conservation et utilisation des ressources génétiques .....	177
Références bibliographiques .....	179
Remerciements .....	189
Curriculum vitae .....	194
Listes des figures et des tableaux .....	195
Annexes .....	202

## **Dédicace**

**à**

- ceux qui ont reçu la vision de la tâche et ont compris sa nécessité et son importance,
- ceux qui y ont gardé foi et ont servi de vases, des instruments utiles pour sa réalisation,
- à mes parents, mes amis, compagnons et frères,
- à Cathérine, Ebenezer et Esther.



## I. Préliminaires

### 1.1 Avant-propos

L'idée de ce projet de recherche est née en 1987 alors que le Centre National de Semences Forestières (CNSF) du Burkina Faso était engagé dans un effort pionnier pour une meilleure connaissance, la conservation et l'utilisation effectives des espèces ligneuses sahéliennes et soudaniennes. L'objectif poursuivi par ces efforts était de fournir du matériel végétal progressivement amélioré aux utilisateurs tout en conservant ces ressources forestières génétiques. C'est alors que *Parkia biglobosa* a été retenue comme une des espèces prioritaires. L'importance de cette espèce est bien reconnue tant au niveau régional qu'international, en témoigne les recommandations et les plans d'actions du groupe d'Experts de la FAO sur les ressources forestières génétiques et du Programme Sahélien de Semences Forestières. Celles-ci ont été formulées en vue d'encourager les pays à entreprendre des actions de prospections, de conservation et d'amélioration génétique.

Cependant la mise en oeuvre des opérations qui ont fournies les éléments de base pour ce projet de recherche remontent plus loin en 1983, lorsque les premières activités de prospection et de récolte de matériel végétal ont été organisées par le CNSF du Burkina Faso, en vue de mettre en place des essais comparatifs de provenances. Les premières évaluations réalisées en 1986 ont mis en évidence l'absence de différences significatives entre les provenances étudiées alors qu'il se dégageait une forte variabilité individuelle.

Le problème à adresser concernait d'une part l'insuffisance des connaissances et l'absence de méthodologies appropriées pour la sélection et l'amélioration génétique et d'autre part la perte de diversité due au vieillissement des peuplements en raison de l'insuffisance de la régénération. C'est en voulant mieux connaître le niveau et la structure de la diversité existante chez cette espèce ainsi que de trouver des critères de sélection appropriés que nos recherches ont été initiées. Ces investigations ont soulevé les questions suivantes.

- Quels sont les facteurs qui influencent la répartition et la concentration de l'espèce?
- Quelles sont la nature et le niveau de la diversité phénotypique présente dans l'espèce et comment cette diversité est-elle répartie à l'intérieur, entre les populations et entre les différents pays.
- En quoi les activités anthropiques influencent-elles les flux de gènes et les autres processus qui régulent la diversité de l'espèce?
- Quel est l'importance et l'impact des facteurs socio-économiques et culturels sur la sélection et la conservation de ces ressources?

Apporter des réponses à ces questions nécessitaient des informations préalables sur la répartition des peuplements ainsi que le niveau et la structure de la diversité. De même certaines informations sur la phénologie, les variations phénologiques intrant et interpopulations et interannuelles, les systèmes de reproduction et les agents pollinisateurs, les facteurs influençant la production fruitière, les techniques de multiplication végétative.

Ainsi avons-nous orienté nos investigations selon une approche multi-directionnelle, en vue d'élargir la base scientifique de nos connaissances. Il s'est agit, non seulement de rassembler des données de base mais aussi d'établir des liens entre les différents aspects suivants selon une approche intégrée et pluridisciplinaire: écologiques, biologiques, génétiques et socio-économiques et culturels. L'ensemble de ces informations devraient permettre de proposer des stratégies pour la conservation et l'amélioration génétique de *P. biglobosa* en Afrique de l'Ouest.

La réalisation de ce projet de recherche a nécessité des ressources importantes ainsi que de nombreuses journées passées sur le terrain dans les plusieurs villages et pays en Afrique de l'ouest et centrale, en compagnie des paysans, des hommes, femmes et enfants. Ce contact avec les ressources et surtout avec les personnes qui les utilisent et gèrent depuis des générations a permis d'élargir notre vision et nous a profondément persuadé de l'intérêt à porter sur les facteurs socio-économiques et culturels (lesquels déterminent la mise en place, la conservation et l'utilisation de ces ressources). Ces facteurs ont d'ailleurs occupé progressivement une place centrale dans notre approche ainsi que dans nos investigations. Par ailleurs, la mise en oeuvre de ce projet de recherche nous aura mis en contact avec un grand nombre d'acteurs et d'intervenants de formation et d'intérêt divers notamment: paysans, responsables coutumiers, religieux, politiques, forestiers, agronomes, sociologues, anthropologues, linguistes, écologistes, sylviculteurs, botanistes, biochimistes, pharmacologistes, médecins, nutritionnistes, généticiens, pédologues, etc. Ces interactions ont nous ont conduit à nous revêtir de modestie et d'humilité et à reconnaître que travailler à la promotion et au développement d'un "arbre social" tel que *P. biglobosa* oblige de cultiver un esprit fertile de travail multidisciplinaire en équipe.

L'ensemble de ces considérations se reflètent dans la structure du document qui comporte six parties: la partie I est consacrée à des préliminaires, en particulier l'historique et l'approche adoptée pour la conception, la mise en oeuvre et le suivi de notre travail. La partie II traite de la présentation générale du genre avec une attention particulière sur l'architecture de l'espèce. La variabilité morphologique et biochimique est étudiée dans la partie III. La partie IV est consacrée aux aspects socio-économiques et culturels. La série des investigations réalisées au Burkina Faso en vue de rassembler les informations de base sur la biologie et l'écologie de la reproduction sont présentées dans la partie V. Enfin, quelques recommandations pour la mise en oeuvre d'un programme de conservation et d'utilisation des ressources génétiques de *P. biglobosa* sont formulées dans la partie VI.

En marquant aujourd'hui un certain arrêt pour faire le point du chemin parcouru, il en ressort un certain nombre de connaissances ont été acquises:

- le modèle architectural ainsi que les implications sur la biologie de l'espèce ont été précisés;
- l'aire de l'espèce ainsi que les zones de concentration des peuplements au Burkina Faso est mieux connue;
- le niveau et la structure de la diversité phénotypique de l'espèce a été précisée, de même que les implications sur les stratégies de sélections et de conservation de l'espèce.

- la place et le rôle de l'arbre dans la communauté sont davantage connus grâce à une meilleure perception des systèmes de valeurs et des réalités des communautés qui gèrent les ressources.
- l'intégration des facteurs biologiques/génétiques et socio-économiques a permis de mettre en évidence certains critères de sélection d'intérêts majeurs pour les actions de recherche et de développement futur.
- certaines connaissances biologiques ont été précisées notamment en matière de démographie, de phénologie, de système de reproduction, de multiplication végétative, de biologie et d'écologie de la reproduction.
- la promotion et la valorisation de l'espèce, d'une part en mobilisant des chercheurs de pays et d'intérêt divers pour étudier différents aspects liés à l'écologie, la conservation et l'utilisation des ressources génétiques de l'espèce. Un des résultats les plus tangibles étant la préparation et la mise en oeuvre en cours du "Projet E-C sur la conservation et l'utilisation des ressources génétiques de *P. biglobosa* pour l'agroforesterie". L'originalité de notre travail réside ainsi dans l'effort important et soutenu consacré à une espèce locale selon une approche pluridisciplinaire et intégrée.

Nous espérons aussi que ces efforts auraient contribué à rassembler des connaissances utiles pour les chercheurs afin de promouvoir des travaux de recherche complémentaires sur *P. biglobosa* et par ailleurs part pour motiver les développeurs vulgariser ces résultats sur le terrain au bénéfice des communautés rurales soudanaises. Il est souhaitable que de tels travaux s'étendent à d'autres espèces de haute valeur socio-économique et culturelle telles que *Tamarindus indica*, *Acacia nilotica*, *Vitellaria paradoxa*, etc.

## 1.2 Résumé

Le but de la présente recherche est une approche complète afin d'établir la biodiversité de *Parkia biglobosa* (arbre à farine, caroubier africain, néré), espèce agroforestière à fonctions multidimensionnelles et largement répandue en Afrique occidentale et centrale. Nos recherches ont consisté à rassembler des informations de base technique et ethnobotanique. Ces données peuvent être utilisées pour proposer des méthodes et stratégies efficaces de conservation, d'utilisation, de production et d'amélioration génétique.

La surexploitation des terres notamment dans les régions densément peuplées et sèches affectent les processus de régénération de l'espèce. Ceci entraîne un vieillissement quasi-généralisé des parcs à néré, surtout dans la partie méridionale de son aire de répartition.

Plus de 1600 arbres ont été échantillonnés dans cinq pays. Diverses observations morphométriques et phénologiques couplées avec des études sur les systèmes de reproduction ont été utilisées pour déterminer le niveau et la structure de la diversité existante chez *P. biglobosa*. Des données sur les facteurs socio-économiques et culturelles ont été obtenues à partir de questionnaires réalisées auprès de plus de 500 personnes de différents groupes ethniques au Burkina Faso et au Bénin.

L'hypothèse initiale des recherches était que l'espèce présente une variation clinale selon les gradients longitudinaux et latitudinaux pour un certain nombre de caractères phénotypiques, avec des implications importantes sur la sélection, la conservation et

l'amélioration génétique de l'espèce.

Les résultats ont établi la place et l'importance du néré dans la vie quotidienne des communautés rurales et ont déterminé les types de variabilités existant chez *P. biglobosa* et comment capturer de manière efficace cette diversité. Un savoir traditionnel riche véhicule une image sociale de l'arbre comme une ressource communautaire qui renforce la cohésion du groupe et est un symbole de paix, de la continuité et des cycles de développement harmonieux de ces communautés.

Chaque partie de cet arbre à fonctions multiples est utilisée. L'arbre assure une fonction de diversification de la production et des sources de revenus dans l'agro-système. Les graines fermentées fournissent un condiment, le soubala ou dawadawa, riche en protéines qui relève fortement la saveur des sauces. La pulpe est riche en sucre et très appréciée des enfants. Les écorces, feuilles, graines, pulpe entrent dans la préparation de plusieurs médicaments, pour le traitement de plus de 60 affections.

Presque chaque ethnie a un nom local pour l'arbre. Cette importante diversité lexicale reflète une connaissance riche et très ancienne de l'espèce. Les nombreuses coutumes, rites, légendes et folklore témoignent de l'existence de relations durables, profondes, harmonieuses, d'interdépendance et de bénéfice réciproque entre la personne au sein de la communauté villageoise et l'arbre dans le parc. Ce savoir concerne également certaines caractéristiques de l'arbre telles que la capacité d'adaptation, la vigueur de croissance, la résistance aux maladies et aux insectes, la texture de l'écorce, la capacité de production fruitière (quantité, qualité et périodicité). Diverses formes de néré sont réparties en fonction des conditions environnementales.

Les femmes ont une grande connaissance des utilisations de l'arbre; elles sont détentrices d'une grande partie du savoir à travers les opérations de semis, de cueillette, de transformation, de vente et d'échange des produits. Les hommes maintiennent quant à eux le savoir lié aux pratiques sylvicoles (tailles en particulier) pour optimiser la production. Ceci inclut les phytopratiques pour balancer les interactions entre l'arbre et les cultures afin d'éviter les attaques d'insectes et les maladies. Les récoltes futures de matériel végétal devront donc prendre en compte l'importance de ce savoir qui contribue au maintien de la diversité intra- et inter-population. Il s'agit des données aussi détaillées que possible sur les noms vernaculaires, l'apparence des arbres, les propriétés et usages, les rythmes de production fruitière, les origines et les conditions environnementales particulières.

La variation individuelle (intrapopulation) est grande, avec une variation inter-population relativement petite assez comparable à la variation inter-pays. La nature, le niveau et la structure de la diversité phénotypique observée chez *P. biglobosa* est le résultat de plusieurs facteurs, entre autres, facteurs environnementaux et génétiques.

L'architecture de l'arbre est flexible, est proche du modèle de Champagnat; il s'adapte aux conditions du milieu, à l'instar des légumineuses. L'espèce a développé diverses stratégies qui se reflètent sur la phénologie et son système de reproduction. Les feuilles sont toujours présentes sur l'arbre, avec une chute graduelle dans les dernières semaines avant le renouvellement de la feuillaison. Il existe une compétition entre les parties végétatives et reproductives de l'arbre au regard des ressources énergétiques disponibles pour assurer les fonctions de feuillaison, de floraison et de fructification. Les périodes de floraison sont décalées du sud au nord, de novembre/décembre dans la limite sud à fin mars dans la limite nord, soit une différence de 3 à 4 mois. Les périodes

de fructification sont en conséquence décalées du sud au nord, de mars dans la limite sud à juillet dans la partie nord. Par contre les décalages phénologiques selon les gradients est-ouest pour la floraison et la fructification sont moindres (seulement environ 2 semaines). La variation phénologique selon le gradient latitudinal est graduelle. La pluviométrie et par conséquent la disponibilité en eau dans le sol joue un rôle prépondérant, pas exclusif, sur le déterminisme de la feuillaison et de la floraison. Les fortes variations phénologiques individuelles observées semblent être liées aux conditions micro-pédologiques et au génotype des individus.

Le système de reproduction est préférentiellement allogame avec toutefois la possibilité d'autogamie, quoique limitée par un système d'auto-incompatibilité. Les abeilles (au Burkina Faso) constituent avec les chauves-souris les principaux agents pollinisateurs; l'activité des chauves-souris dans la partie méridionale est plus importante. Les pollinisateurs influencent la fructification de même que la structuration de la diversité intra- et interpopulation. Par ailleurs, les pratiques humaines contribuent fortement à modifier le niveau et la diversité intra- et inter-population. Elles sont très importantes dans les savanes et dépendent de l'importance accordée à l'arbre. Dans les régions forestières, l'espèce est par contre relativement peu valorisée.

En raison de l'importance établie de *P. biglobosa*, il est nécessaire de déployer des efforts nationaux, régionaux et internationaux de recherche et de développement pour assurer sa conservation et son amélioration génétique. Il est aussi utile de promouvoir les phytopratiques traditionnelles de manière à tirer le meilleur parti des ressources et d'augmenter la production de nééré dans le système agricole.

Compte tenu de la répartition de la diversité phénotypique observée, la sélection d'un maximum d'individus sur un nombre limité de populations au niveau national et de quelques populations au niveau régional représente la stratégie adéquate pour capturer le maximum de diversité génétique. L'intégration du savoir traditionnel sur la diversité dans la sélection est indispensable. Les recherches en cours sur la diversité génétique inter- et intra-spécifique fourniront sans doute des informations additionnelles complémentaires et utiles.

### 1.3 Summary

The purpose of the research presented here is to strengthen the scientific and technical basis of biodiversity conservation, and use of *Parkia biglobosa* (African locust bean, nééré). The approach to this research included the gathering of technical and ethnobotanical data. This information can be used to support the development of methods and strategies for conservation, use and improvement of this multi-purpose agroforestry tree species in West and Central Africa.

Overexploitation of land, particularly in densely populated and dry areas, affects the rejuvenation process of this tree. This results in the general aging of nééré orchards, particularly in the southern part of its range of distribution.

More than 1600 trees from 5 countries were sampled and various morphometric and phenological observations were used to determine the level of the variation extant in *P. biglobosa* as well the structure of this diversity. Socio-economic and cultural data were obtained through questionnaires filled out by more than 500 people from different ethnic groups in Burkina Faso and Benin.

The initial hypothesis of the research was: a number of phenotypic characters of the species present clinal variation along longitudinal and latitudinal gradients. This has important implications for selection, conservation and genetic improvement.

The research established the place and importance of *nééré* in the daily life of many rural communities and determined the kinds of variation in *P. biglobosa* and how to capture this variation in an efficient way. This rich traditional knowledge presents a social image of the tree, as a common resource, which reinforces the cohesion of the group and is a symbol of peace, continuity, and harmonious development in these communities.

Every part of this multi-purpose tree is utilized. The tree functions to diversify production and sources of income in the agricultural system. The fermented seeds produce a protein-rich condiment, soumbala or dawadawa, that fortifies the taste of most sauces. The pulp around the seeds is rich in sugar and is much appreciated by children. Bark and leaves, as well as seeds and pulp, have medicinal properties and are used in the treatment of more than 40 ailments.

Almost every community has a different local name for the tree. This linguistic diversity reflects ancient traditional knowledge about the species. The numerous customs, rites, legends and folklore are evidence of the existence of profound, durable and harmonious interdependence and mutual benefit between persons in the village and trees in the orchard. This knowledge is based on a large number of the tree characteristics such as adaptation, various uses, vigour, resistance to pests and specific diseases, bark texture and fruit production capacity (quantity, quality and periodicity). Various forms of *nééré* are distributed in correlation to the environmental conditions.

Women, who are the most knowledgeable about the tree, are the repository of the knowledge concerning fruit and seed aspects. They handle the seeds, exchange plant material and prepare the food items. The men maintain the knowledge on sylvicultural practices to optimize production. This includes balancing interaction between the tree and crops to avoid crop pests and diseases. Future collecting of plant material should take into account the importance of the traditional knowledge that contributes to the maintenance of intra- and inter-population diversity. This concerns vernacular names, tree appearance, fruit production capacity, medicinal properties, origins and particular environmental conditions.

The variation between individual trees is large, but the variation between populations is relatively small as is the variation between countries. The nature, the level and the structure of the phenotypic diversity observed in *P. biglobosa* is the result of several factors, among which are genetics and environment.

The tree architecture is flexible and approaches the model of Champagnat; it adapts to environmental factors, as is the case of many of the Leguminosae. The species has developed various adaptive strategies that are reflected in its phenology and reproductive system. Leaves are always present, but gradually fall in the last weeks before the new leaves unfurl.

Vegetative and reproductive parts are in competition for available energy sources. The onset of flowering is staggered from south to north, from November-December in the south to late March in the north, creating a difference of 3 to 4 months. As a consequence, fruiting is staggered too, from March in the south to July in the north. In contrast, in a east-west direction, staggering of flowering and fruiting is less, only about

two weeks. Phenological variation along the latitudinal gradient is gradual. Rainfall and subsequent availability of water in the soil plays an important, but not exclusive, role in determining leaf production and flowering. The large individual phenological variations seem to be correlated to very localized soil conditions and to the genotype of individual trees.

The reproductive system is allogamous by preference, but autogamy is always possible, even if limited by self-incompatibility. Bees constitute (in Burkina Faso) the main pollinators, together with bats. The activity of bats in the southern region is more important. The pollinators influence fruit set and the structure of inter-population diversity. Man strongly contributes to changes in the level and structure of intra- and inter-population diversity. His practices are very important in the savanas and are related to the importance ascribed to the tree. In forest zones the tree is valued relatively little.

Because of the importance of *P. biglobosa*, it is necessary to deploy national, regional and international research and development to assure its conservation and genetic improvement. It is also needed to promote traditional cultivation practices to profit most of the available resources and to increase production in the existing agricultural system.

Given the distribution of observed phenetic diversity, selection of a maximum of individuals from a limited number of populations at the country level, and of some populations on the regional level, represents an adequate strategy to capture a maximum of genetic diversity. Indigenous knowledge, favouring the role of women when acquiring these data, is indispensable to improve the selection. The on-going research to understand the level and the structure of inter- and intraspecific genetic diversity will no doubt supply useful additional information.

#### 1.4 Samenvatting

Het doel van het hier gepresenteerde onderzoek is om met een zeer brede aanpak de wetenschappelijke en technische basis voor het behoud van biodiversiteit en het gebruik van *Parkia biglobosa* (nééré) te verstevigen. De studie betrof het verkrijgen van fundamentele technische en etnobotanische gegevens om methoden en strategieën te ontwikkelen voor de instandhouding, gebruik, en veredeling van deze zeer bekende en veelzijdig benutte soort in West en Centraal Afrika.

Het intensieve grondgebruik, in het bijzonder in gebieden met grote bevolkingsdruk en droge gebieden, tasten het verjongingsproces van de boom aan. Hierdoor ziet men een vrij algemeen verouderingsproces van de nééré-populaties, vooral in het zuidelijke gedeelte van het verspreidingsareaal.

Meer dan 1600 bomen uit 5 landen werden bemonsterd en verschillende morfometrische en fenologische waarnemingen werden gedaan om de mate en de structuur van variatie bij *P. biglobosa* vast te stellen en te analyseren. Sociaal-economische en culturele gegevens werden via enquetes verkregen van meer dan 500 respondenten uit verschillende etnische groepen in Burkina Faso en Benin.

Het onderzoek ging uit van de werkhypothese, dat de soort voor een aantal fenotypische kenmerken een clinale variatie vertoont volgens lengte- en breedte-graden. Dit heeft belangrijkste gevolgen voor selectie, conservering en veredeling.

Het onderzoek stelde plaats en belang vast van de nééré in het dagelijks leven van

vele lokale bevolkingsgroepen, registreerde de soorten van variatie in *P. biglobosa* en bepaalde de manier om deze variatie op een doeltreffende manier vast te leggen. De rijke traditionele kennis geeft het beeld van de boom als sociale factor, als algemene hulpbron, die de eendracht van de groep te versterkt en een symbool van vrede en bestendigheid is, en van eensgezinde ontwikkeling in deze bevolkingsgroepen.

Alle delen van deze veelzijdige boom worden gebruikt. De boom vervult de rol om verscheidenheid in landbouwkundige produktie en inkomensbronnen aan te brengen. De gefermenteerde zaden leveren een eiwitrijk ingrediënt, soubala of dawadawa, dat als smaakversterker in de meeste sauzen wordt toegepast. Het pulp rond de zaden is rijk aan suiker en wordt door kinderen graag gegeten. De bast en de bladeren zowel als de zaden en het pulp worden in vele traditionele medicijnen toegepast, om meer dan 40 ziekten te bestrijden.

Vrijwel iedere bevolkingsgroep heeft een andere volksnaam voor de boom. De taalkundige rijkdom weerspiegelt de oude traditionele kennis van de soort. De vele gebruiken, rites, de sagen en folklore getuigen van het bestaan van diepgaande duurzame harmonieuze betrekkingen van wederzijds nut tussen de leden van de dorpsgemeenschap en de bomen in het veld. Deze kennis is gebaseerd op een groot aantal eigenschappen van de boom, zoals aanpassing, verscheidene gebruiksmogelijkheden, groei-kracht, ziekte- en plaagresistentie, textuur van de bast, en potentiële productie van de vruchten (kwantiteit, kwaliteit en periodiciteit). Verschillende vormen van de *néré* zijn aangepast aan de omgevingsomstandigheden.

Vrouwen, die de meeste kennis van de boom hebben, zijn de bron van gegevens over vruchten en zaden. Zij oogsten en verwerken de zaden, wisselen plantmateriaal uit en bereiden de voedingsmiddelen. De mannen kennen de boomteeltkundige maatregelen om de produktie te optimaliseren. Dit omvat het afwegen van de interactie tussen boom en gewassen om ziekten en plagen te vermijden. Voor toekomstige verzamelingen van plantmateriaal is het nodig het belang in te zien van de traditionele kennis die bijdraagt tot het behoud van diversiteit binnen en tussen populaties. Dit betreft volksnamen, de vorm en andere eigenschappen van de bomen, vruchtopbrengst, medicinale eigenschappen, de oorsprong en bepaalde milieu-eisen.

De variatie tussen bomen is groot, maar de variatie tussen populaties is relatief gering, evenals de variatie tussen de landen. De aard, het niveau en de structuur van de fenotypische variabiliteit is een weerslag van verscheidene factoren, waaronder genetische en milieu-factoren.

De architectuur van de boom is flexibel en benadert het model van Champagnat; dit past zich aan aan de milieu-omstandigheden, zoals bij vele Leguminosae. De soort heeft vele strategieën ontwikkeld, die weerspiegeld worden in bloei en vruchtzetting. Bladeren zijn steeds aan de boom aanwezig, maar vallen geleidelijk af gedurende de laatste weken voordat het nieuwe blad zich ontplooit.

Vegetatieve en generatieve delen van de boom wedijveren om de beschikbare energiebronnen. Het begin van de bloei is gespreid in de tijd, vanaf november-december in het zuiden tot einde maart in het noorden, een verschil van 3-4 maanden. Zodoende is de vruchtdracht ook gespreid, van maart in het zuiden tot juli in het noorden. In oost-west richting daarentegen, is de spreiding gering, slechts twee weken. De variatie in bloei van zuid naar noord is geleidelijk. Regenval en de daarmee verband houdende beschikbaarheid van bodemvocht spelen een belangrijke, maar niet de enige, rol in het bepalen



van blad- en bloemontwikkeling. De grote verscheidenheid in bloei tussen individuele bomen lijkt verband te houden met heel lokale bodemfactoren en het genotype.

De voortplanting geschiedt bij voorkeur door kruisbestuiving, maar zelfbevruchting is ook mogelijk, hoewel dit door een systeem van zelfincompatibiliteit wordt tegengegaan. Bijen (in Burkina Faso) zijn de belangrijkste bestuivers, samen met vleermuizen, welke in het zuiden van het areaal belangrijker zijn. De bestuivers beïnvloeden vruchtzetting en de structuur van diversiteit tussen populaties. De mens draagt in belangrijke mate bij aan veranderingen in niveau en structuur van diversiteit binnen en tussen populaties. Zijn bemoeienissen met de boom zijn zeer belangrijk in de savannes en staan in verband met het belang dat daar aan de boom wordt toegeschreven. In bosgebieden wordt de boom veel minder gewaardeerd.

Vanwege het belang van *P. biglobosa* is het nodig op nationaal, regionaal en internationaal niveau onderzoek en ontwikkeling uit te voeren om het behoud en veredeling te waarborgen. Het is ook nodig traditionele teeltmethoden te bevorderen om de beschikbare hulpbronnen beter te benutten en de produktie te verhogen in de bestaande landbouwssystemen.

Gegeven de verdeling van de waargenomen fenetische diversiteit, is een bevredigende strategie om een maximum aan genetische diversiteit te verzamelen de keuze van een groot aantal individuën van een beperkt aantal populaties per land, en van enige populaties per regio. Lokale kennis, vooral te verkrijgen bij vrouwen, is onmisbaar om deze keuze te optimaliseren. Het lopende onderzoek om niveau en structuur van genetische diversiteit binnen en tussen populaties te begrijpen, zal zeker nuttige gegevens bijdragen aan de huidige kennis.

## II. Introduction générale de *Parkia biglobosa* (Leguminosae-Mimosoideae)

Cette première partie rassemble des informations de base sur *Parkia biglobosa*. Elle traite d'une part de la répartition et de l'écologie de l'espèce ainsi que de l'architecture de l'arbre d'autre part.

### 2 GENERALITES ET ARCHITECTURE DE *Parkia biglobosa*

#### 2.1 Taxonomie

La révision la plus récente est celle proposée par Hopkins (1983) et fait suite aux travaux de plusieurs auteurs dont Hagos (1962) et Keay (1958). Sans entrer dans les multiples détails des considérations techniques qui ont guidé ces diverses révisions, il importe de noter que selon Hopkins (1983), seulement trois espèces mériteraient d'être retenues pour l'ensemble du continent africain. *Parkia* appartient à la famille des Leguminosae, sous-famille des Mimosoideae. Il s'agit de *P. biglobosa* (Jacq.) R. Br. ex G. Don, *P. bicolor* A. Chev. et *P. filicoidea* Welw. ex Oliv.. La quatrième espèce *P. madagascariensis* R. Viguier est cantonnée à Madagascar. Dans cette révision, les binômes *P. africana* R. Br. et *P. clappertoniana* Keay perdent leur validité et deviennent des synonymes de *P. biglobosa*.

#### 2.2 Synonymes et noms usuels

Hopkins (1983) donne une liste exhaustive des synonymes de l'espèce. De même, les noms usuels cités sont: Néré, Nété, Mimosa pourpre, Arbre à farine, Caroubier africain, African Locust bean en anglais. Les noms vernaculaires dans des diverses langues de l'Afrique de l'Ouest sont présentés dans l'étude ethnobotanique (tableau partie IV).

#### 2.3 Caractéristiques de l'arbre et description botanique

Le Néré est un arbre de 7 à 20 m de hauteur mais pouvant atteindre exceptionnellement 30 m (Hagos, 1962). Le fût est généralement droit et robuste, cylindrique avec des empattements en bourrelets plus ou moins développés (fig. 2.1). Le tronc est recouvert d'une écorce gris-cendre à gris-brun souvent noirâtre, profondément striée, ce qui donne un aspect écailleux, en plaquettes plus ou moins quadrangulaires, à l'arbre adulte qui résiste aux feux de brousse. La cime charpentée comporte de fortes branches maîtresses avec un port en boule ou en parasol.

La figure 2.2 présente les caractéristiques botaniques de la feuille et de l'appareil reproducteur de *P. biglobosa*, empruntée de Hagos (1962). La description botanique ci-dessous est tirée de plusieurs auteurs (Hagos, 1962; Berhaut, 1975; Hopkins, 1983; Bonkougou, 1987; Satabié, 1989; Aké Assi et Guinko, 1991).

Les feuilles bipennées alternes avec des rachis long de 20 à 40 cm comprennent 6 à 18 paires de pennes, comprenant 13 à 60 paires de foliolules, de 0,5 à 1,5 cm de largeur et de 1,5 à 2 cm de longueur, à sommet arrondi et base asymétrique, présentant 3 nervures sur la face supérieure et serrées les unes contre les autres. Les foliolules sont glabres, seuls les bords finement pubescents. Les inflorescences en larges capitules

sphériques de 4,5 à 7 cm de longueur et 3,5 à 6 cm de diamètre, biglobose mais avec une partie distale beaucoup plus large, pendent à l'extrémité de longs pédoncules de 10 à 35 cm de long. Les fleurs étroites rouges, gamopétales, hermaphrodites, avec des lobes de la corolle petits (1 à 3 cm de longueur), ne dépassent pas de 1/3 à 1/4 de sa longueur totale. Les gousses brunâtres glabres, légèrement aplaties, plus ou moins linéaires de 12 à 30 cm de longueur et 1,5 à 2 cm et 1,5 à 2 cm de largeur pendent à l'extrémité de longs pédoncules. Les graines ovoïdes, jusqu'à 12 x 8-10 x 4,5 mm, de couleur brunâtre à noirâtre, à tégument dur, lisse avec pleurogramme, sont contenues dans une pulpe farineuse jaunâtre, sucrée, comestible. Il est possible de compter jusqu'à 23 graines, tapissant toute la cavité de la gousse.



Figure 2.1 *P. biglobosa*: cime charpentée comportant de fortes branches

## 2.4 Répartition

### 2.4.1 Répartition du genre *Parkia* dans le monde

*Parkia* R. Br. (Leguminosae - Mimosoideae) est un genre pantropical comportant environ 30 espèces arborescentes ou plus que l'on peut regrouper en 3 sections taxonomiques (Hopkins, 1984). La section *Parkia* est pantropicale (fig. 2.3) avec dix espèces en Amérique, trois en Afrique, une à Madagascar et environ une dizaine dans le Far Est. Les deux autres sections *Platiparkia* et *Sphaeroparkia* avec chacune trois espèces sont entièrement néotropicales (Hopkins, 1986).

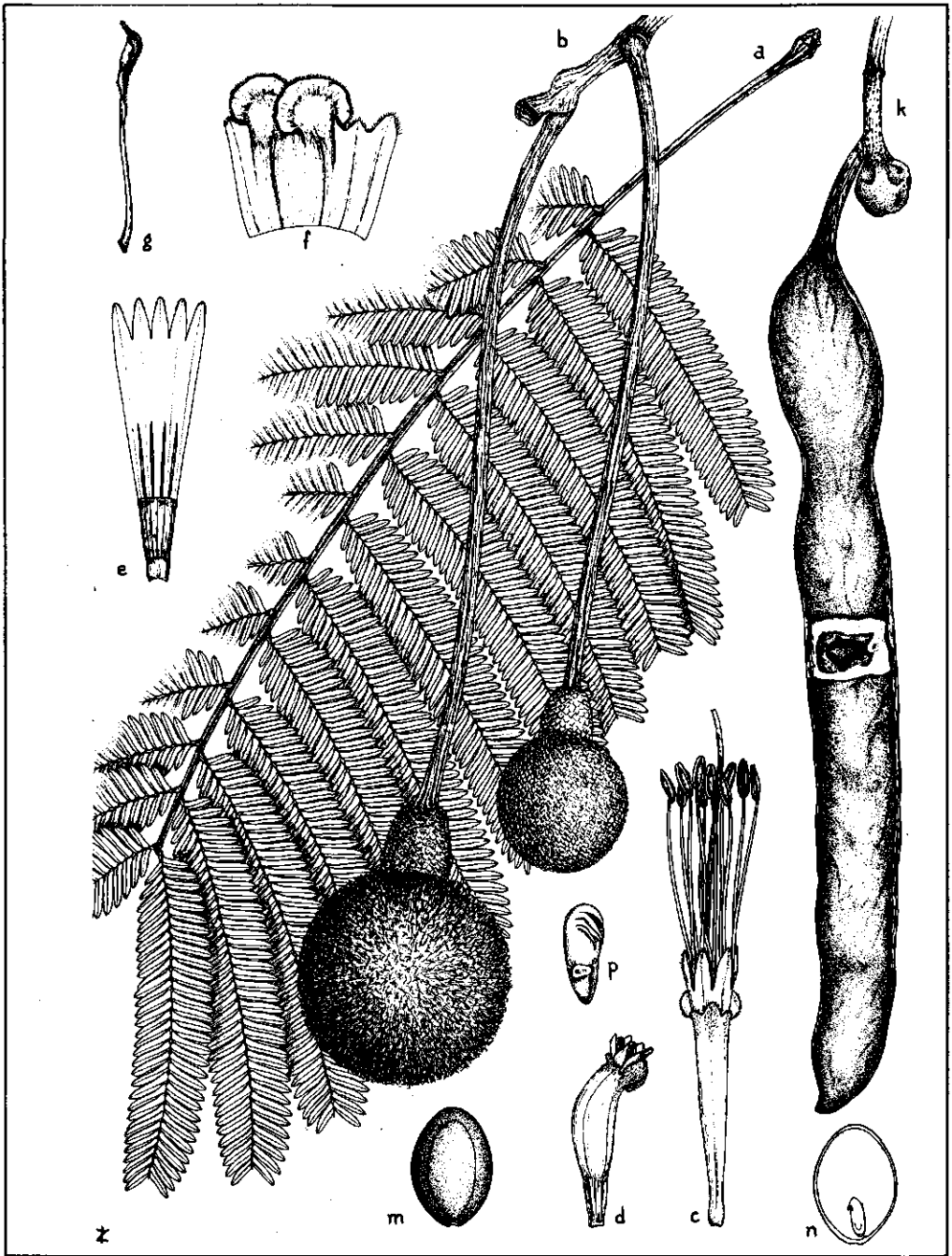


Figure 2.2 Caractéristiques botaniques de la feuille et de l'appareil reproducteur de *P. biglobosa* (selon Hagos, 1962)

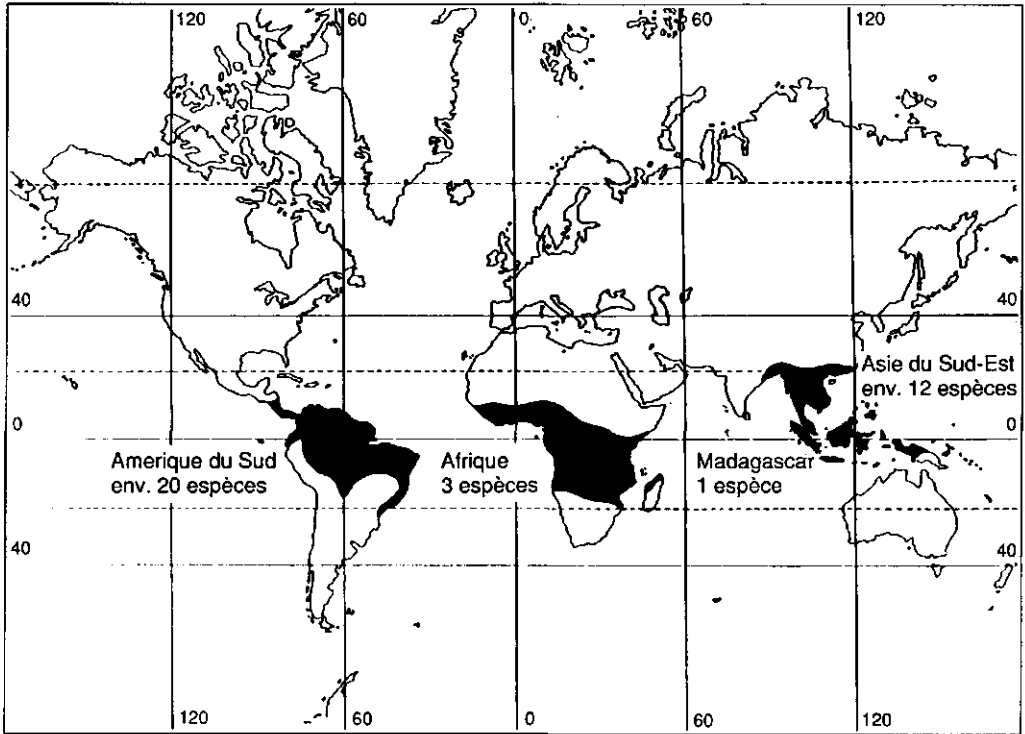


Figure 2.3 Répartition mondiale de genre *Parkia*

#### 2.4.2 *Parkia* R. Br. en Afrique et à Madagascar

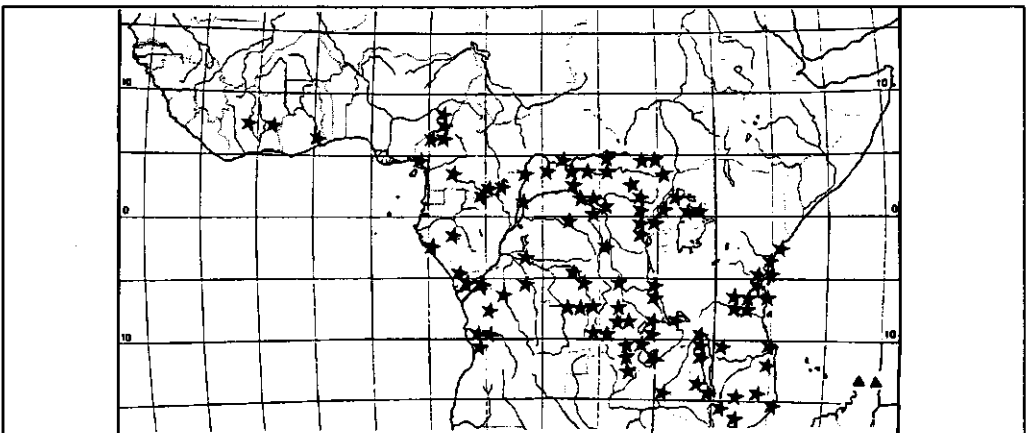
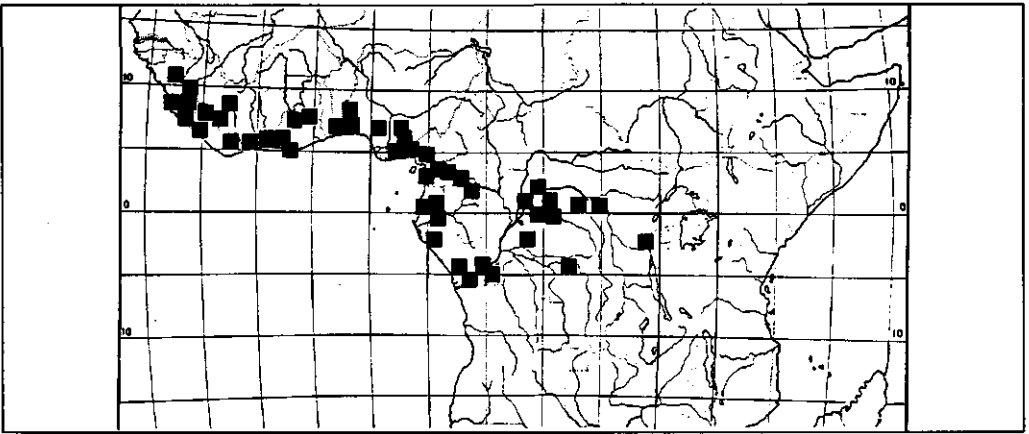
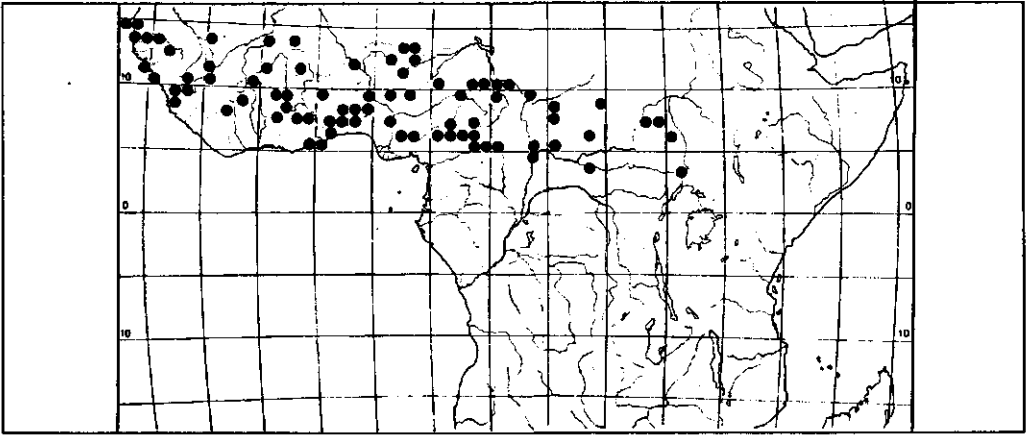
Trois espèces du genre *Parkia* sont reconnues dans le continent africain (inclus São Tomé). Il s'agit de:

- \* *Parkia biglobosa* dans les savanes;
- \* *Parkia bicolor* dans les forêts secondaires et primaires;
- \* *Parkia filicoidea* dans les forêts primaires;

Le genre semble être ancien; son origine pourrait remonter à l'époque du Gondwanaland (Grünmeier, 1990). La figure 2.4 donne une répartition des *Parkia* en Afrique et à Madagascar (Hopkins, 1983 modifié).

L'espèce Malgache, *P. madagascariensis*, se trouve seulement dans la région de Sambirano. Des détails écologiques pour cette espèce sont inconnus, mais la région est assez perturbée par l'homme.

La grande diversité synonymique rencontrée chez *P. biglobosa* reflète la transition graduelle entre les caractères botaniques de cette espèce et ceux d'autres espèces voisines. De même, la variabilité phénotypique à l'intérieur de l'espèce se réalise de façon graduelle. Ainsi Hopkins, (1983) a mis en évidence une variabilité biométrique des foliolules de *P. biglobosa* dans toute son aire de distribution depuis la côte atlantique



- *Parkia biglobosa*-espèce Sahelo-soudanienne;      ■ *P. bicolor*, espèce forestière
- ★ *P. filicoidea*, espèce surtout riparienne ;      ▲ *P. madagascariensis*

Figure 2.4 Répartition des *Parkia* en Afrique

(18° W) jusqu'au 30e degré de longitude Est. Selon Bonkougou (1987), une telle distribution semble suggérer l'existence d'un "groupe oriental" à foliolules relativement grandes et un "groupe occidental" à foliolules de plus petite taille auquel se rattache l'espèce de Sao Tomé, mais une telle distinction n'a pas encore été formellement établie.

## 2.5 Vicariance et diversité de *Parkia biglobosa*

La vicariance dans les espèces du genre *Parkia* représentées dans le continent africain a été étudiée par Satabié (1989). Selon Aubréville (1970), les vicariants sont "des genres ou des espèces morphologiquement très proches les uns des autres, ayant très probablement une souche commune ou l'un descendant de l'autre, habitant en général des aires de répartition voisines, et qui semblent ainsi se remplacer en passant d'une aire à l'autre".

Le même auteur précise qu'il s'agit de "chaînes d'espèces homologues" ou "des séries écophylétiques" constituées de "véritables espèces, très voisines botaniquement mais séparées nettement par le port, la biologie, l'habitat, l'écologie, la géographie.

Polunin (1967), quant à lui, définit les aires vicariantes comme étant des aires appartenant à des taxons en étroits rapports qui dérivent du même ancêtre commun mais qui tendent à s'exclure mutuellement et qui, naturellement sans l'intervention de l'homme, occupent des aires séparées. Les véritables plantes vicariantes sont donc sorties du stock commun.

Pour Schell (1970), le qualificatif de vicariants est appliqué à des taxons qui, appartenant à un groupe, occupent une place homologue dans des territoires ou des milieux différents. Il s'agit particulièrement de deux de plusieurs espèces qui, appartenant aux mêmes genres, se relaient à mesure que le biotope devient moins hygrophile et répondent aussi fort bien à la notion d'écotype.

Selon Budowski (1965) amendé par Oldeman (1983), toute plante qui joue un rôle de pionnier dans un environnement favorable, montre une distribution géographique qui inclut en plus des environnements défavorables. Cette règle générale s'applique aux genres ligneux des régions humides qui ont une aire géographique qui s'étend aux régions sèches (Oldeman, comm. orale).

Satabié (1989) a réalisé à partir d'observations morphologiques de terrain au Cameroun et diverses analyses de laboratoire, une étude comparative de trois taxons similaires du genre *Parkia* à savoir *P. filicoidea*, *P. biglobosa* et *P. bicolor*. Ainsi, le grand centre de diversification du genre *Parkia* tout comme en général les Mimosacées semble se trouver en forêt dense humide, notamment dans la région guinéo-congolaise (Hopkins et White, 1984). Il comprend une chaîne d'espèces écophylétiques dont la séparation est délicate surtout sur les limites communes de leurs aires.

Avec *P. biglobosa* en savane, *P. filicoidea* en galeries forestières et en forêts denses humides semi-caducifoliées, *P. bicolor* en forêts denses sempervirentes le genre se trouve représenté par une espèce dans chacune des grandes régions naturelles de l'Afrique tropicale, sauf le Sahel. Ainsi, selon l'auteur, au Cameroun, il s'établit une continuité du sud au nord entre les aires de distribution des trois espèces (Satabié, 1989).

Il établit donc qu'il s'agit d'espèces à aires écologiques vicinales dont *P. bicolor* et *P. filicoidea* pour les forêts denses humides et galeries forestières et *P. biglobosa* pour les savanes ou forêts claires sèches.

En ce qui concerne les études palynologiques, l'auteur conclut, à partir des descriptions de divers auteurs (Guinet, 1968, 1981, 1989; Guinet & Ferguson, 1989; Sowunmi, 1973; Feuer *et al.*, 1985) que les pollens des 3 espèces africaines du genre *Parkia* sont particulièrement homogènes à savoir des polyades de 16-24 monades de sorte que seule l'ornementation et les dimensions permettent de les distinguer (tableau 2.1).

En ce qui concerne la répartition géographique des espèces et leur caryotype, les deux espèces de *Parkia* réparties dans les deux aires écologiques vicinales ont le même nombre chromosomique, à savoir  $2n = 24$  pour *P. bicolor* et *P. biglobosa*, aucune précision n'ayant été obtenue pour *P. filicoidea*. D'après les données recueillies, malgré quelques inconnues les nombres chromosomiques sont identiques à l'intérieur du même genre quelles que soient les conditions écologiques dans lesquelles vivent les différentes espèces étudiées. L'auteur en conclut qu'il n'existe donc pas de relation entre les nombres chromosomiques et les conditions écologiques. Ce qui permet de souligner que les nombres chromosomiques sont des caractères propres de chaque espèce, déterminés par des facteurs endogènes indépendants des influences mésologiques extérieures. Ainsi le phénomène de vicariance n'affecte pas les caryotypes des espèces vicariantes (Satabié, 1989). Les 3 espèces de *Parkia* constituent des vicariants écologiques puisqu'elles possèdent le même nombre chromosomique, mais elles poussent dans des habitats différents avec des aires interpénétrantes. Cependant *Parkia filicoidea* présente également une vicariance altitudinale car ayant été rencontré jusqu'à 1500 - 1800 m au mont Nkogam au Cameroun (Satabié, 1989).

Tableau 2.1 Caractères comparatifs de pollen de trois espèces africaines (selon Satabié, 1989)

Caractères des pollens	<i>Parkia bicolor</i>	<i>Parkia filicoidea</i>	<i>Parkia biglobosa</i>
Symétrie et forme	Polyade avec 16 - 24 monades	Polyade avec 16 - 20 monades	Polyade avec 16 - 20 monades
Dimensions	84 x 72 $\mu\text{m}$	98 x 78 $\mu\text{m}$	102,5 x 84,7 $\mu\text{m}$
Aperture	3 - 4 pores	3 - 4 pores entourés de costae	3 - 4 pores
Ornementation de l'exine	Réseau + discontinu à mailles anguleuses identiques sur toute la surface de la face distale de la monade	Tectum auréolé avec grosses auréoles arrondies et irrégulièrement bombées (verrues). Les verrues sont plus petites au centre de la face distale de la monade	Tectum perforé auréolé avec auréoles régulières plus petites au centre du pôle distal de la monade

L'auteur conclut qu'en l'absence d'éléments d'interprétation exacts, il est probable que la spécialisation des différentes entités ait eu son origine dans la fragmentation des populations ancestrales durant les manifestations orogéniques (aussi bien tectoniques que volcaniques) accompagnées de fluctuations climatiques et de migrations de flores.



Ainsi, les effets de la vicariance ne se manifestent que sur le phénotype des différentes espèces et non pas sur le génotype qui n'est pas affecté. Ainsi la vicariance chez *Parkia* ne semble pas être la manifestation d'une spéciation héréditaire mais plutôt écologique. Les études de variabilité par électrophorèse enzymatique des protéines (Sina, 1993, 1994; Buitelaar, 1994) devraient permettre de préciser les hypothèses émises par Satabié (1989).

## 2.6 Architecture de *Parkia biglobosa*

Co-auteur: A. Binnekamp

Les résultats de l'analyse architecturale de *P. biglobosa* sont le fruit des recherches entreprises avec la collaboration de Ariette Binnekamp, de l'Université Agronomique de Wageningen, dans le cadre scientifique de la présente thèse, sous la direction du prof. dr. ir. R.A.A. Oldeman.

### 2.6.1 Définition

L'analyse architecturale est l'étude de la structure morphologiques de la plante dans sa totalité. Cette analyse permet de déterminer le modèle architectural, le diagramme architectural; elle met en évidence les répétitions et procède à la représentation graphique des résultats. Dans la présente thèse, seul le modèle architectural sera présenté. Il est recommandé de se reporter à Binnekamp (1992) pour les généralités fondamentales, la méthodologie utilisée et les résultats obtenus sur le diagramme architectural.

### 2.6.2 Modèle architectural

L'architecture de *P. biglobosa* s'approche le plus du modèle de Champagnat.

#### \* Le modèle de Champagnat

Le modèle de Champagnat caractérise des plantes qui sont déterminées par la superposition d'axes mixtes orthotropes, dont la phyllotaxie est spiralée. Les orientations différentes de la partie proximale et de la partie distale confèrent aux axes ce caractère mixte. Les axes s'affaiblissent dans leur partie terminale. Les relais de croissance apparaissent en général dans la zone de courbure. La superposition des parties basales des axes forme les sympodes structuraux de l'arbre, comme le tronc, tandis que les parties terminales forment des branches plus différenciées (Hallé, Oldeman et Tomlinson, 1978).

Ce modèle correspond à l'architecture des plantes des genres *Sambucus*, *Rosa* et *Rubus* et d'où le nom dédié à P. Champagnat, qui s'est spécialisé dans la morphologie des plantes ligneuses européennes (Hallé et Oldeman, 1970).

#### \* Le modèle de Champagnat chez *P. biglobosa*

Les axes mixtes ne montrent aucune organisation dorsiventrale endogène pendant toute la séquence de différenciation. La phyllotaxie reste spiralée depuis le stade plantule jusqu'au stade de sénescence.

Dans quelques cas, on observe une torsion des pétioles sur les parties distales et de

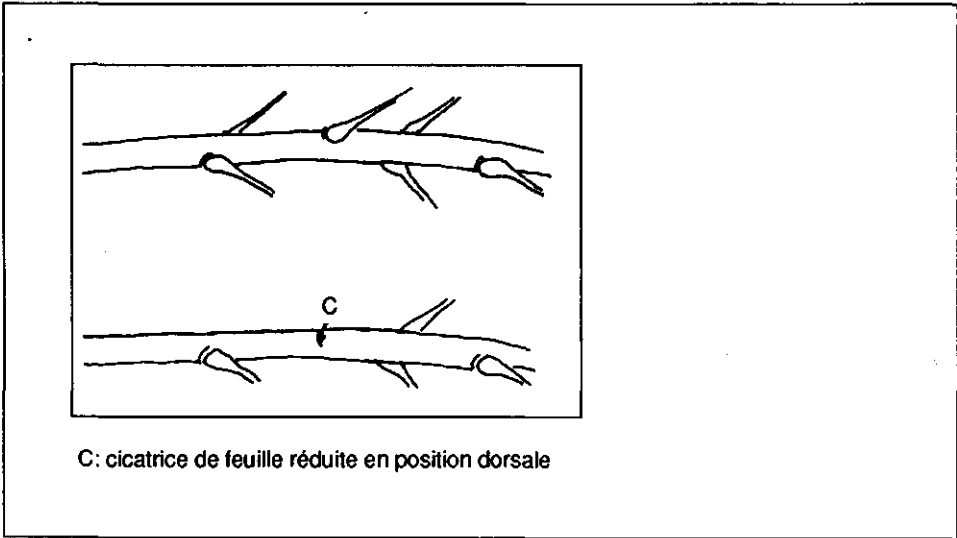


Figure 2.5 Anisophyllie chez *P. biglobosa*

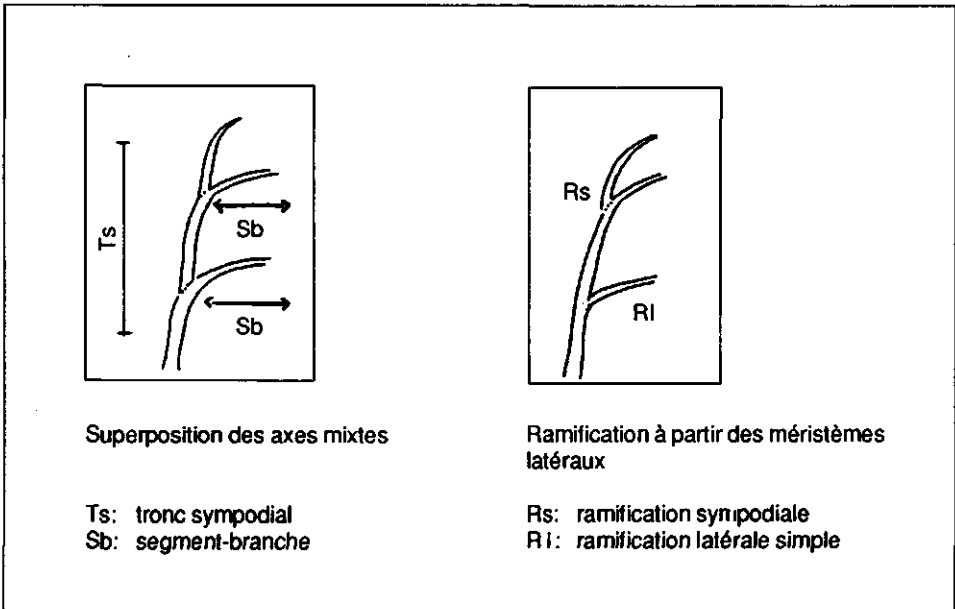


Figure 2.6 Modes de ramification chez *P. biglobosa*

sorte que les feuilles se positionnent dans un même plan. On observe également certains cas d'anisophyllie de sorte qu'une tendance vers un arrangement dorsiventral puisse se manifester (fig. 2.5). Cependant, cette plagiotrophie secondaire (Hallé et al., 1978) ne se manifeste pas systématiquement.

En plus de la superposition des axes mixtes par laquelle le tronc et les branches sont formés par les parties proximales et distales de ces axes, le néré montre aussi une ramification à partir des méristèmes latéraux (fig. 2.6).

### 2.6.3 Séquence de développement

Discerner les ordres de ramification des arbres qui montrent un plan d'organisation polyarchique est plus difficile que dans les cas, chez des arbres dont le plan d'organisation est fortement hiérarchique. Les axes morphologiquement identiques dans une organisation, construisant un arbre polyarchique rendent ce discernement très délicat. Pendant le travail de prospection, ce problème de distinction des ordres de ramification s'est posé. De manière à pouvoir attribuer aux axes l'ordre de ramification correspondante, une méthode a été retenue. Elle consiste à considérer le comportement des axes pendant le développement de l'arbre, de la germination jusqu'à la sénescence. Ainsi, il est possible d'observer que des structures d'axes d'un arbre plus développé dérivent des structures d'axes d'un arbre dont le développement est moins avancé. L'observation des différences en ce qui concerne le fonctionnement de ces ordres de ramification a confirmé la validité de ce choix. Ainsi à la suite des prospections, il a été possible de distinguer sept versions de ramification (fig. 2.7a).

Ces versions ne représentent pas des architectures qualitativement différentes; cependant c'est au niveau de la hauteur multicaule et du nombre des premières ramifications de l'arbre, que des différences ont été observées. Les versions de ramification se manifestent chez toutes les provenances et dans un même peuplement.

La figure 2.7b montre que ces versions se sont formées de plusieurs manières. Les axes rendus en noir sur ces dessins se sont développés à partir d'un méristème latéral.

La séquence de développement est présentée à partir d'une série de schémas qui représente la version de ramification la plus couramment rencontrée au Burkina Faso (fig. 2.8 et 2.9).

La séquence de développement comprend les schémas des neuf stades de développement, que nous avons pu distinguer et leur description morphologique. En outre les caractères morphologiques et fonctionnels des axes des stades 0 jusqu'à 5 ont été représentés par Binnekamp (1992) par le moyen des diagrammes architecturaux selon Edelin (1977).

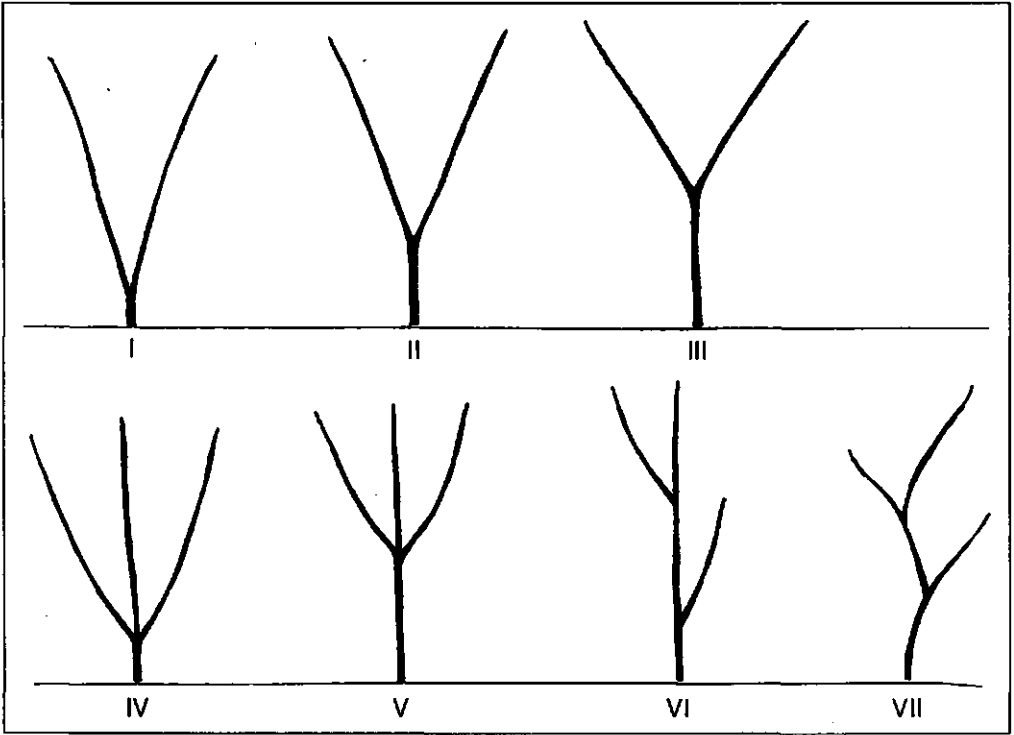


Figure 2.7a Versions de ramification

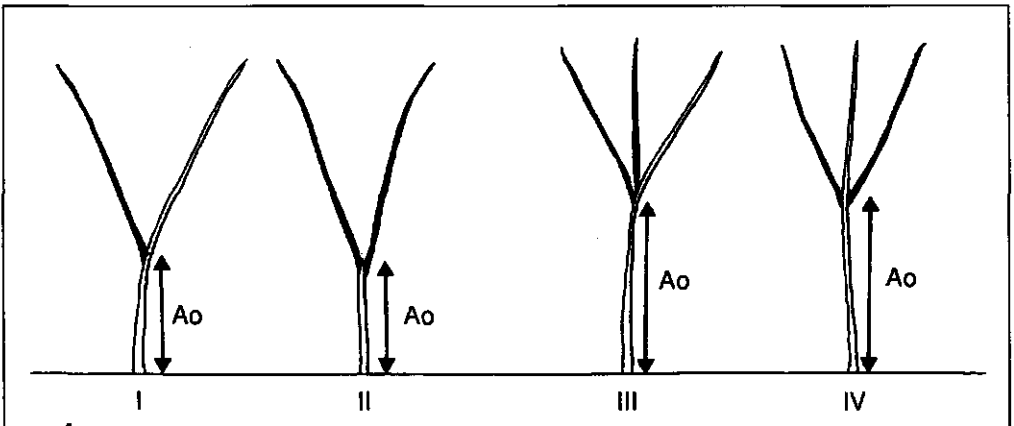


Figure 2.7b Formation des versions de ramification

#### **\*Stade 0**

Ce stade correspond au stade plantule de *P. biglobosa* (fig. 2.10). Un seul axe orthotrope se forme soit sympodialement, par superposition des modules, soit monopodialement (fig 2.13). Les observations du stade 0 faites à la pépinière du C.N.S.F. de Ouagadougou, montrent que des plantules du même âge se développent soit par cette croissance sympodiale, soit par une croissance monopodiale, sans possibilité de prévoir.

La croissance de cet axe est appelée définie (voir fig 2.11). Il est possible de prédire que l'axe s'arrête, comme c'est le cas des axes du modèle de Leeuwenberg. La croissance n'est pas continue et en l'absence de marqueurs morphologiques clairs d'une croissance rythmique, elle peut être considérée comme une croissance continue à périodicité saisonnière (Oldeman, comm. pers. 1992).

La phyllotaxie de cet axe feuillu est  $2/5$ , ce qui veut dire qu'elle est spiralee et qu'il y a un angle de 144 degrés entre deux feuilles qui se succèdent.

A l'exception de l'extrémité de l'axe, ce dernier s'est lignifié. A ce stade il n'y a pas de floraison. La position des bourgeons est latérale.

#### **\*Stade 1**

La toute première ramification caractérise le stade 1 (fig. 2.12 et 2.13). Il y a deux possibilités de ramification. Elle peut s'effectuer par la superposition d'axes mixtes. Dans ce cas l'axe A0 se forme par les parties proximales de ces axes et l'axe A1 se forme par la partie distale de ces axes. Dans l'autre cas la ramification commence à partir d'un méristème latéral. La ramification est toujours latérale, dans le sens qu'elle provient d'un méristème axillaire, initié à l'aisselle d'une feuille, et qu'elle ne s'est pas mise en place par division du méristème terminal. Comme cette ramification n'empêche pas l'axe porteur de croître, il s'agit d'une ramification monopodiale. La ramification diffuse rend la séquence de ramification imprévisible. La croissance retardée, après une phase de repos, confère à la ramification un caractère proleptique. Exceptée la croissance indéfinie de cet axe, l'axe A1 du stade 1 montre les mêmes caractères morphologiques que l'axe A0 du stade 0.

#### **\*Stade 2**

Le stade 2 est le stade de l'apparition d'un deuxième ordre de ramification.

L'axe A2 du stade 2 ressemble beaucoup à l'axe A1 du stade 1 en ce qui concerne la morphologie.

#### **\*Stade 3**

Un troisième ordre de ramification se manifeste au troisième stade.

Cet axe A3 à son tour, l'axe A2 du stade 2 et l'axe A1 du stade 1, montrent une ressemblance morphologique. L'axe A1 du stade 2 et les axes A1 et A2 du stade 3 ont les mêmes caractères morphologiques.

#### **\*Stade 4**

Le stade qui est caractérisé par l'apparition d'un quatrième ordre de ramification représente probablement l'unité architecturale.

Dans des cas exceptionnels il est possible d'observer une toute première floraison sur les axes A2, A3 et A4. Ces fleurs aboutissent dans ces cas à la formation des fruits;

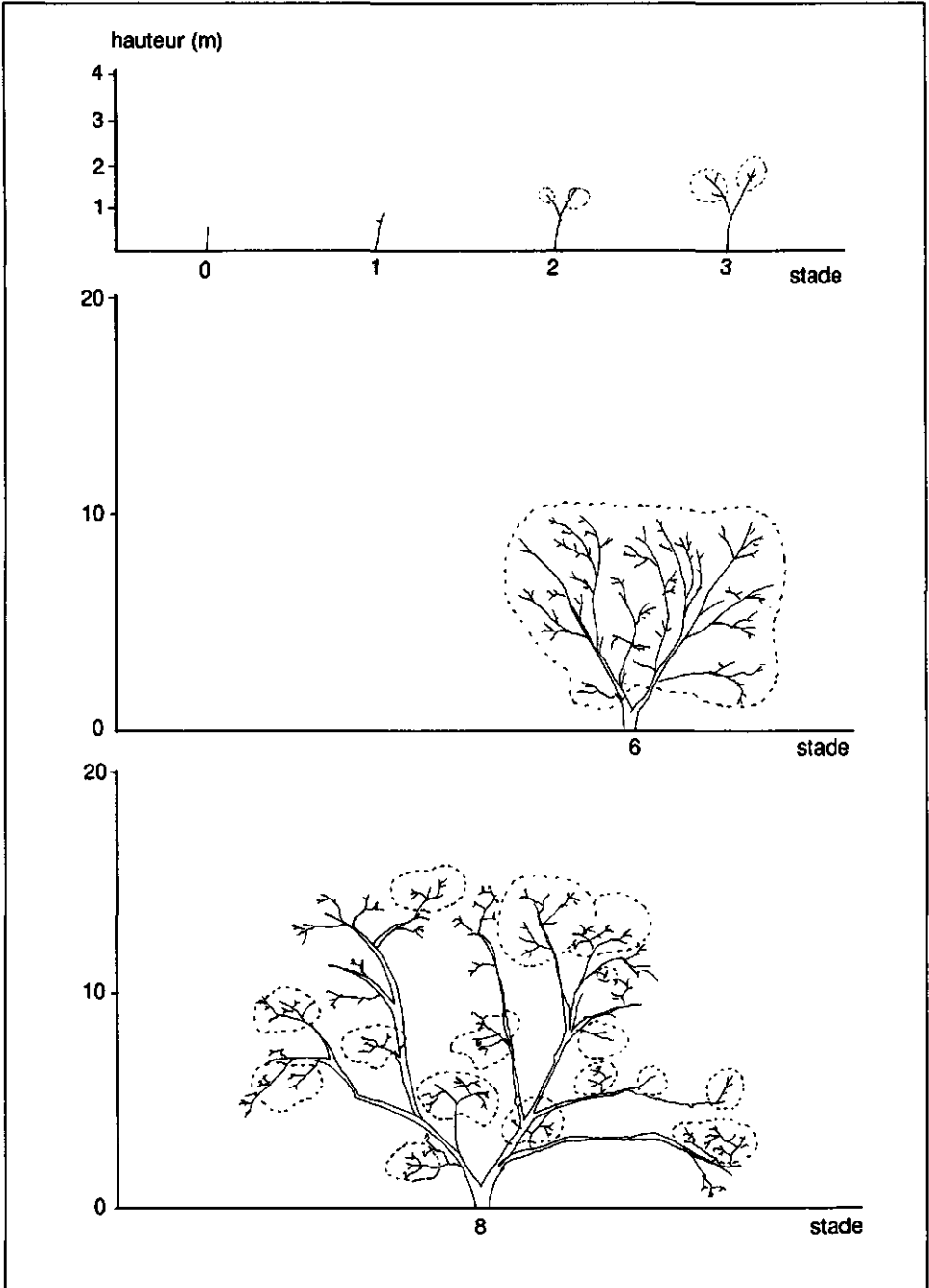


Figure 2.8 Séquence de développement de *P. biglobosa*

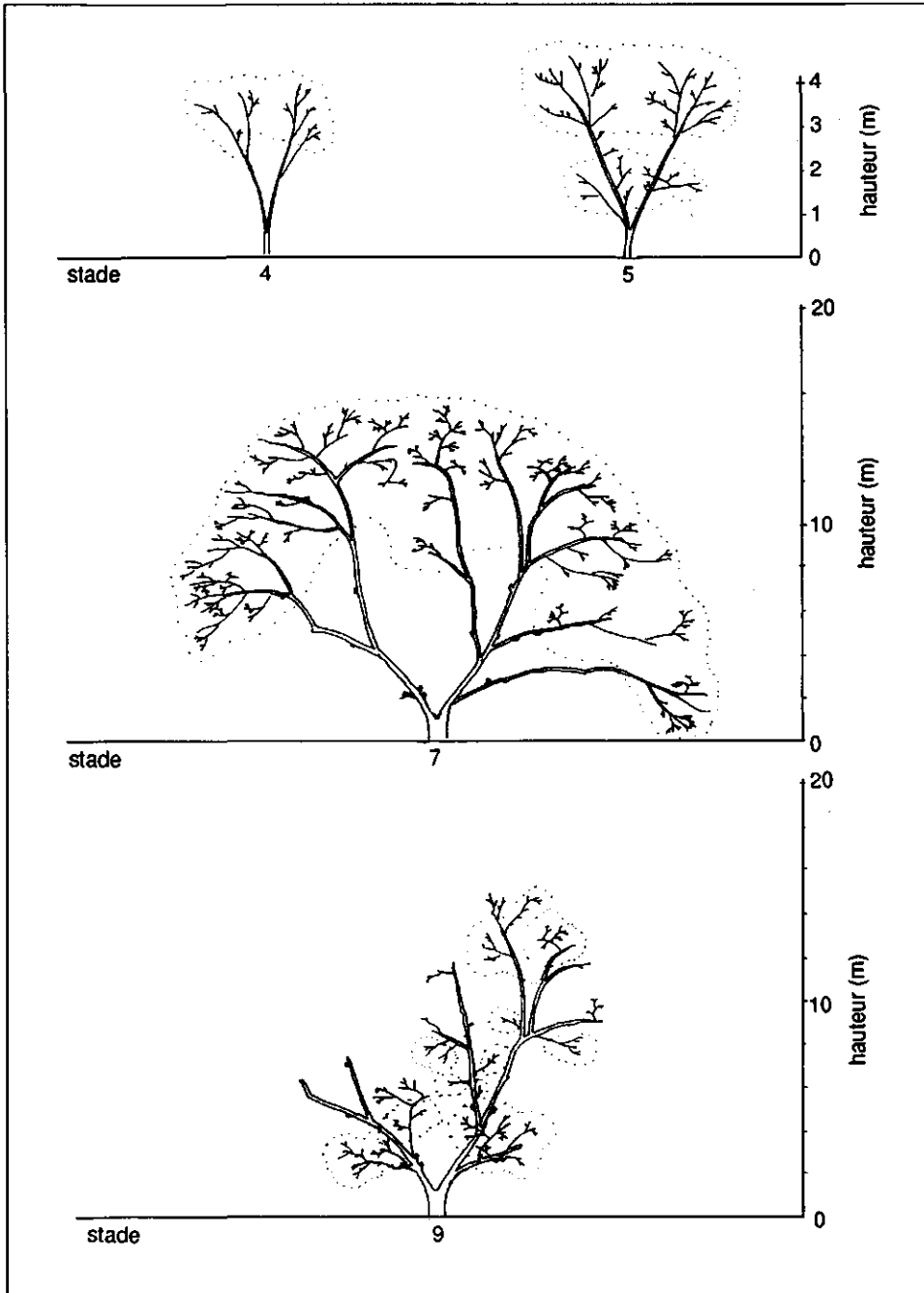


Figure 2.9 Séquence de développement de *P. biglobosa* (suite)

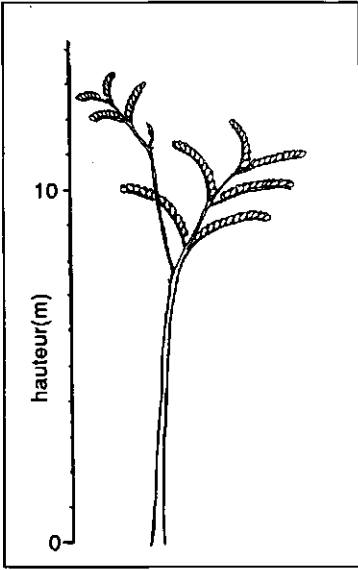


Figure 2.10 Plantule de *P. biglobosa*

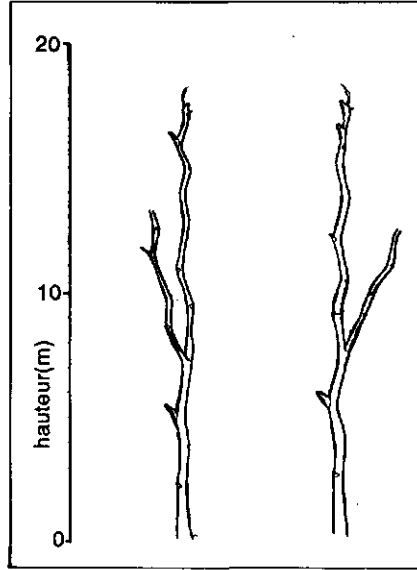


Figure 2.11 Formation d'un seul axe orthotrope chez *P. biglobosa*

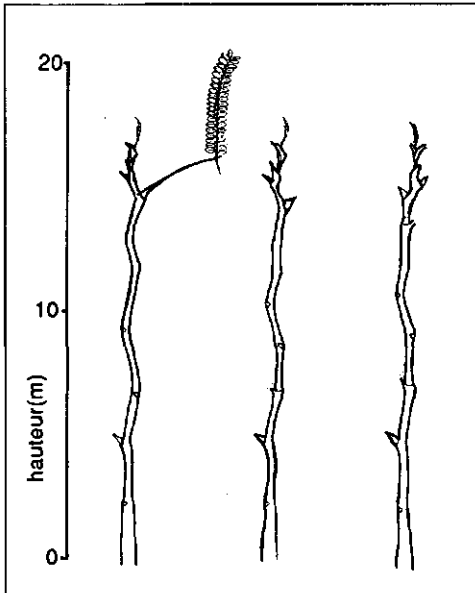


Figure 2.12 Première ramification de *P. biglobosa*





Figure 2.13 *P. biglobosa* au stade 1 le long de la route vers Kokologho (Burkina Faso)

il ne s'agit pas ici d'une forme de néoténie.

Grâce aux plusieurs niveaux de répétition chez le néré, il est très difficile d'indiquer exactement où finit l'unité architecturale et où commencent les répétitions.

Cette unité architecturale qui "représente l'ensemble des catégories d'organes que la plante est susceptible de développer lors de son ontogenèse" (Edelin, 1991), comprendra, si on prend en considération cette première floraison, quatre catégories d'axes. Une telle unité architecturale semblerait assez conforme aux espèces du genre *Parkia* (Edelin, comm. pers.1991).

Quelques axes A1, présentés au stade 4 (Binnekamp, 1992), montrent une tendance à perdre toutes leurs feuilles. Ils recommencent leur croissance à partir d'un méristème latéral, comme c'est le cas chez les axes sympodiaux, mais la position de cette reprise de croissance se situe plus en aval de l'extrémité de l'axe. En général dans ce cas l'extrémité de l'axe va mourir.

#### \*Stade 5

Au cinquième stade, on observe un cinquième ordre de ramification. A ce stade, il est

difficile d'indiquer avec exactitude s'il s'agit ou non de réitération, mais en considérant le développement de l'arbre aux stades suivant, l'apparition initiale de la réitération peut très bien expliquer ce nouvel ordre de ramification.

En effet l'axe A5 du stade 5 montre les mêmes caractères morphologiques que l'axe A4 du stade 4.

Les axes A3 et A4 du stade 5 ressemblent morphologiquement les axes A2 et A3 du stade 4.

En ce qui concerne les feuilles, on observe le même phénomène de l'axe A1 du stade 4 chez l'axe A2 du stade 5.

#### \*Stade 6

Comme au stade 5, la réitération peut très bien expliquer le sixième ordre de ramification qui se présente à ce stade. Le discernement des complexes réitérés reste difficile, comme au stade précédent. Les feuilles et la floraison se trouvent aux ordres de ramification les plus périphériques. En général, s'ils taillent, les paysans tailleront à partir du sixième stade. Des complexes réitérés se développent à la suite de ce traumatisme. La floraison sur ces "structures jeunes" est retardée.

#### \*Stade 7

Le stade 7 est caractérisé par l'expansion maximale de la cime (fig. 2.14). L'apparition des axes du septième ordre de ramification, ou des axes d'un ordre de ramification encore plus élevé, peut être expliquée par la réitération. Les feuilles et la floraison se trouvent aux ordres de ramification les plus périphériques. A ce stade, à cause de la grande ressemblance il est délicat de distinguer les différences morphologiques caractérisant un complexe réitéré, une couronne métamorphosée ou une branche. Il semble que tous les trois, peuvent se manifester de manière opportuniste. La manifestation d'un décalage dans le temps de la floraison, dans les parties différentes de la cime peut très bien révéler l'existence des complexes réitérés et des couronnes métamorphosées. Ainsi le comportement peut guider dans la distinction.

Certains arbres du stade 7 ne montrent aucun décalage dans le temps de la floraison, tandis que chez d'autres arbres ce décalage se manifeste très nettement. Ces différences semblent souligner la manifestation opportuniste de ces phénomènes.

Chez certains arbres, l'angle plus grand formé par l'axe porteur et le complexe réitéré est grand, ce qui rend ce dernier possible à distinguer (Torquebiau, 1979).

D'un côté, les axes A2 et A3 qui pendent vers le sol peuvent tomber à la longue. Dans quelques cas, l'arbre forme de nouvelles branches au dessus de l'axe A1. Par le moyen de cette réitération proleptique, dont la floraison est retardée, l'arbre "monte". De l'autre côté, les paysans taillent ces branches qui pendent vers le sol.

Pendant la récolte des gousses, surtout si la récolte des gousses intervient trop tôt, l'arbre risque de perdre une partie des derniers ordres de ramification. Quand la production des gousses diminue, certains paysans taillent les parties dans la couronne dont la production est inférieure, ou ils taillent tout l'arbre au niveau des ordres de ramification A1, A2 et A3 (province du KénéDougou, Burkina Faso).



Figure 2.14 *P. biglobosa* au septième stade

#### \*Stade 8

Le huitième stade caractérise le stade de sénescence (fig. 2.15). Cette sénescence se manifeste par la mort, du moins, de certaines parties de l'arbre.

La couronne de l'arbre du stade 8 en général est partiellement morte, une partie restant vivante et feuillue. Cette couronne montre en général aussi un décalage dans le temps des feuilles, qui se manifeste par l'apparition retardée de nouvelles feuilles, dans des parties de la cime. Ces phénomènes peuvent être expliqués par l'existence des complexes réitérés et des couronnes métamorphosées.

A ce stade les paysans taillent les parties dans la couronne qui sont en train de mourir ou tout l'arbre au niveau d'ordre de ramification A1, A2 et A3 s'il commence à mourir. A la base des axes qui sont en train de mourir des complexes réitérés proleptiques apparaissent.

Dans la plupart des cas la floraison apparaît seulement sur les complexes réitérés proleptiques.

#### \*Stade 9

Le neuvième stade caractérise un stade plus avancé de sénescence (fig. 2.16).

L'apparition des complexes réitérés proleptiques, à la base des axes qui sont en train de mourir, se déplace des bases d'axes d'un ordre de ramification plus élevé aux bases des axes d'un ordre de ramification moins élevé. Ce phénomène est appelé la descente de la cime.

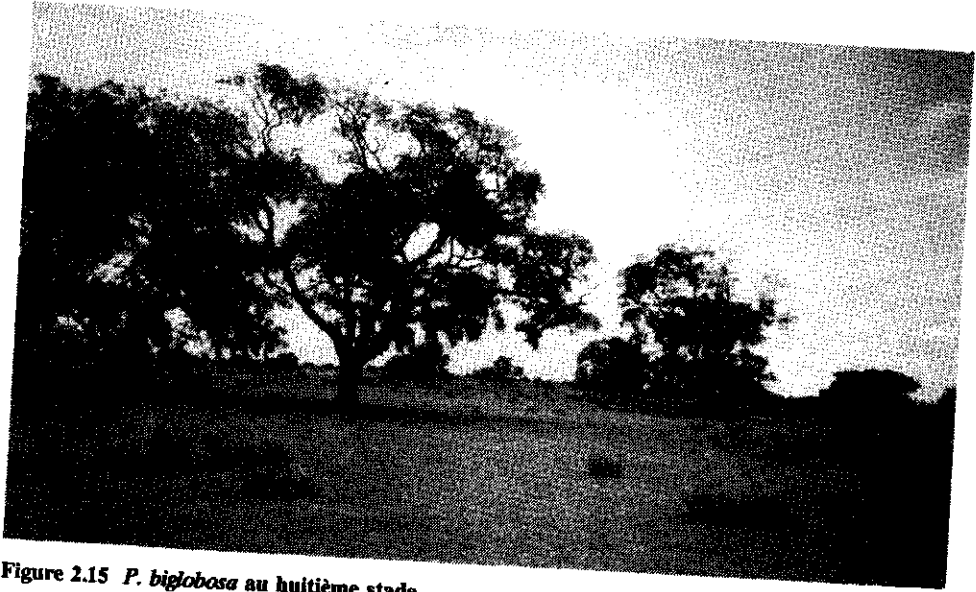


Figure 2.15 *P. biglobosa* au huitième stade

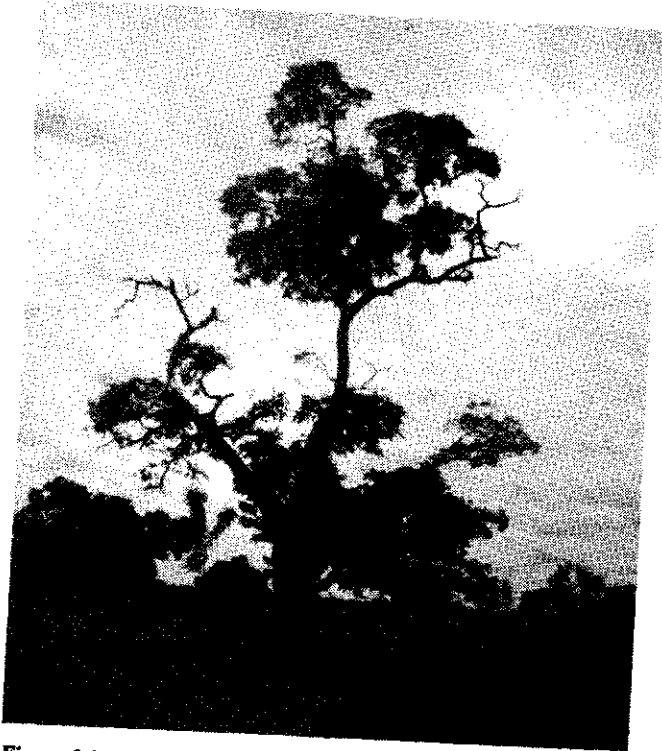


Figure 2.16 *P. biglobosa* au neuvième stade

## 2.6.4 Architecture

### Niveaux d'organisation de *P. biglobosa*

L'architecture sympodiale du Néré se caractérise par l'existence de 5 niveaux d'organisation structurale. Ces niveaux d'organisation, qui sont emboîtés les uns dans les autres, possèdent une complexité croissante. Les quatre premiers niveaux d'organisation sont représentés par quatre unités structurales élémentaires:

Le premier niveau d'organisation, l'unité structurale élémentaire 1, est le module végétatif. Ce module est un axe orthotrope à phyllotaxie spiralee (fig. 2.17). Les modules varient en ce qui concerne leur longueur.

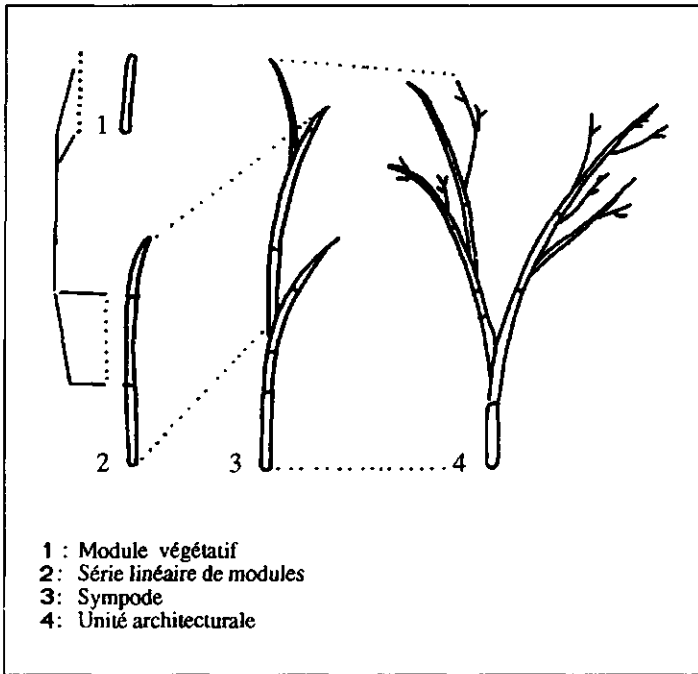


Figure 2.17 Unités structurales élémentaires de *P. biglobosa*

Le deuxième niveau d'organisation, l'unité structurale élémentaire 2, est représenté par la série linéaire de modules. Le nombre de modules, emboîtés dans la série, semble variable.

Le sympode, formé par la superposition des séries de modules, représente le troisième niveau d'organisation, l'unité structurale élémentaire 3.

Le quatrième niveau d'organisation, l'unité structurale élémentaire 4, est l'unité architecturale (voir stade 4).

L'édification de la cime de l'arbre du stade 7, semble avoir lieu par la répétition totale ou partielle de l'unité architecturale. Il est très difficile de distinguer morphologiquement si ces couronnes partielles font partie du modèle original ou si elles

ont été ajoutées par le processus de réitération. L'autonomie fonctionnelle de ces couronnes partielles peut révéler l'existence des complexes réitérés et des couronnes métamorphosées. Ce "supermodèle" (Hallé, 1986) se trouve à un degré plus élevé de complexité que le modèle de base.

#### *Plan d'organisation de P. biglobosa*

Le plan d'organisation de *P. biglobosa* montre beaucoup de caractères d'un plan d'organisation polyarchique.

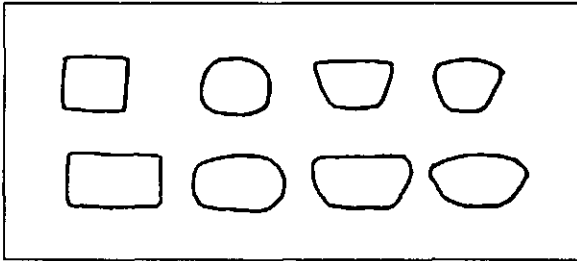
Les axes morphologiquement équivalents de ce système ramifié montrent une autonomie de fonctionnement de sorte que ce système ressemble une colonie d'axes. S'il y a une hiérarchie, elle semble se manifester de manière opportuniste et cette hiérarchie est souvent instable. Cependant il y a une certaine hiérarchie si on prend en considération la disposition des organes d'assimilation et des organes de reproduction. Ils font partie des rameaux les plus spécialisés, les plus différenciés. Ces rameaux correspondent aux ordres de ramification les plus périphériques dans toute phase de vie de l'arbre.

#### 2.6.5 Variabilité

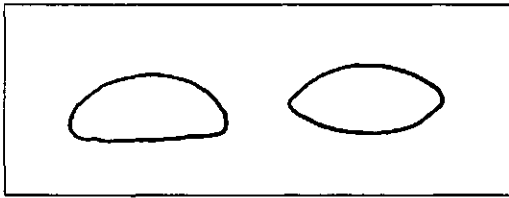
##### *Forme de la cime et description du port*

Les observations sur le terrain ont montré qu'en général il est possible de distinguer trois formes différentes de la cime. Comme la forme de la cime détermine la quantité d'ombre, il serait intéressant de savoir si l'analyse architecturale permet de comprendre cette variabilité du Néré. L'étendue d'ombre influence les rendements des cultures, à cause de la compétition pour l'eau et la lumière sous cet arbre (Kessler, 1991), ce qui souligne l'intérêt agroforestier de ce sujet. L'analyse architecturale devrait permettre ici de confirmer ou infirmer l'existence des trois formes différentes de la cime, observées chez *P. biglobosa* et de déterminer les différents stades pendant lesquels on observe ces différences. Tout d'abord, si on prend en considération la séquence de développement de *P. biglobosa*, on se rend compte que les cimes changent au cours du temps. Les cimes changent d'un port plus rond ou rectangulaire compact vers un port plus étalé et arrondi au côté supérieur de la cime (fig. 2.18). Cependant, des observations à Bissighin ont montré que les arbres du stade 7, par exemple, peuvent être caractérisés par une cime, soit plus triangulaire, soit plus rectangulaire. Force est de constater que les versions de ramification différentes ne déterminent pas forcément les formes différentes de la cime.

La flexibilité de l'architecture de *P. biglobosa* est d'une importance primordiale dans ce contexte. Les quatre unités structurales élémentaires confèrent à l'arbre une flexibilité très grande à quatre niveaux. Cette flexibilité existe grâce à l'autonomie de fonctionnement de ces unités structurales élémentaires. S'il y a une hiérarchie, elle semble se manifester de manière opportuniste et dans ce cas elle est instable. Il existe donc une sensibilité aux conditions du milieu. Comme toutes les légumineuses (Oldeman, 1989), *P. biglobosa* adapte son architecture au milieu. L'architecture du Néré se caractérise par le remplacement régulier des méristèmes. Il est très concevable que de cette façon la dominance apicale diminue. De plus l'installation des préséances est une "période critique sensible aux modifications du milieu" (Barnola, 1970 ex Edelin, 1991). Bref, tout se passe comme s'il y a l'existence de plusieurs formes différentes possibles.



• cimes d'arbres au stade juvénile



• cimes d'arbres adultes

Figure 2.18 Développement des cimes chez *P. biglobosa* au cours du temps

Il serait intéressant de savoir à quel stade la forme de la cime se laisse prédire ou influencer, pour que l'arbre puisse être utilisé dans le cadre de l'agroforesterie. La prédiction de la forme de la cime reste difficile grâce à la séquence flexible et opportuniste de l'arbre. La manipulation de la forme de la cime, par contre, est facile. En effet, les réitérations proleptiques, qui apparaissent après la taille se comportent comme des jeunes nérés (voir stade 0-4).

*Décalage dans le temps de la floraison sur un même arbre*

En ce qui concerne le décalage dans le temps de la floraison sur un même arbre, il serait intéressant de savoir si l'analyse architecturale permet de mieux comprendre ce décalage. L'architecture de *P. biglobosa* montre une sensibilité aux conditions du milieu. L'existence des quatre unités structurales élémentaires implique quatre niveaux d'autonomie possibles. Analytiquement parlant, il existe donc pour l'arbre quatre niveaux à réagir vis-à-vis du milieu.

Des observations à Bisséghin et Silmissin ont montré que des complexes réitérés et des couronnes métamorphosées peuvent montrer une autonomie en ce qui concerne la floraison. Elle peut être retardée ou avancée. Dans quelques cas on observe également un décalage dans le temps de la floraison sur une branche, ce qui peut être expliqué par l'autonomie de fonctionnement possible des modules.

Les réitérations proleptiques donc les vraies réitérations (Oldeman, comm. pers. 1992), montrent, comme les arbres plus jeunes, une floraison retardée. Selon les paysans, il s'agit ici "des structures jeunes".

L'autonomie de fonctionnement des quatre unités structurales élémentaires semble correspondre aux observations et de cette façon l'analyse architecturale aide à mieux comprendre le phénomène du décalage dans le temps de la floraison.

### III. Etude de la variabilité morphologique et biochimique de *Parkia biglobosa*

Cette partie est consacrée à l'étude biosystématique de l'espèce. *Parkia biglobosa* est une espèce à large distribution couvrant toute l'Afrique de l'Ouest et certains pays en Afrique centrale. Les essais de provenances réalisés au Burkina Faso depuis 1984 n'ont pas permis de mettre en évidence de différences significatives entre les provenances étudiées pour certains caractères relatifs à la vigueur de croissance tels que la hauteur et le diamètre.

Cependant l'analyse des essais fait ressortir de fortes variabilités individuelles (Ouédraogo, 1988). La présente étude couvrant une plus grande de l'aire de distribution y compris le Burkina Faso, a permis de décrire le niveau et la structure de la variation phénotypique et de dégager des implications sur la sélection la conservation et l'amélioration génétique de l'espèce.

### 3 BIOSYSTEMATIQUE, AMELIORATION ET CONSERVATION De *Parkia biglobosa* EN AFRIQUE DE L'OUEST

Co-auteurs: B. van der Werf et A.G. Lengkeek

#### 3.1 Introduction

La présente recherche a pour but d'étudier la variabilité morphologique et biochimique de *P. biglobosa* à partir du matériel végétal échantillonné principalement en Afrique de l'Ouest.

Des auteurs tels que Hopkins (1983), Satabié (1989) se sont intéressés à la variabilité morphologique intra- et interspécifique. Hopkins (1983) a mis en évidence une variation morphologique des feuilles et des foliolules de *P. biglobosa* selon un gradient latitudinal, de nature clinale. Bonkougou (1987), se basant sur les travaux de Hopkins (1983), suggère l'existence de groupes, un "groupe" oriental avec des foliolules relativement grandes et un autre "groupe" occidental avec des foliolules plus petites. Il mentionne néanmoins qu'une telle variation n'a pas encore été clairement établie.

Du point de vue taxonomique, il ne fait aucun doute que l'étude des caractères morphologiques, notamment des feuilles, revêt un intérêt certain. La présente étude s'intéresse aux caractéristiques morphologiques de l'arbre, surtout leur utilisation socio-économique tels que la conformation de l'arbre (en relation avec son intérêt agroforestier) et les caractéristiques de ses fruits, ses graines, sa pulpe (en relation avec sa capacité de production fruitière), etc. Notre étude concerne la diversité phénotypique liée aux caractères de production fruitière ainsi qu'au rôle de l'arbre dans le système agroforestier. L'objectif est d'étudier les types et niveaux de variations existantes et comment les utiliser dans les programmes de sélection, de conservation et d'amélioration génétique.



## 3.2 Matériel et méthodes

### 3.2.1 Echantillonnage: principe et effectif

Le matériel végétal a été récolté dans 5 pays en Afrique de l'Ouest entre mai 1989 et mai 1990: Sénégal, Mali, Burkina Faso, Niger et Tchad. En outre, du matériel végétal a été récolté de manière moins intensive au Bénin et en Côte d'Ivoire mais n'a pas été inclus dans la présente étude. La figure 3.1 présente la région de récolte tandis que le tableau 3.1 donne une description du matériel végétal ainsi que de sa répartition géographique. La distance entre les régions de récolte dans les pays est variable, au minimum de 400 km. Il n'a pas été possible d'échantillonner des populations au Nigéria ainsi que dans la région sud-ouest du Mali. Dans chaque pays, le choix des peuplements a été fait de manière randomisée (10 à 15 peuplements par pays) dans un rayon de 100 km à l'exception du Burkina et du Sénégal où des populations australes ont été échantillonnées. Il en est de même de la sélection des arbres dans chaque peuplement. Au total 1663 arbres répartis en 5 pays et 57 peuplements ont été considérés, mesurés et sur lesquels du matériel végétal constitué de gousses, pulpe, graines et pédoncules a été prélevé, puis mesuré. Le schéma d'échantillonnage est présenté au tableau 3.2.

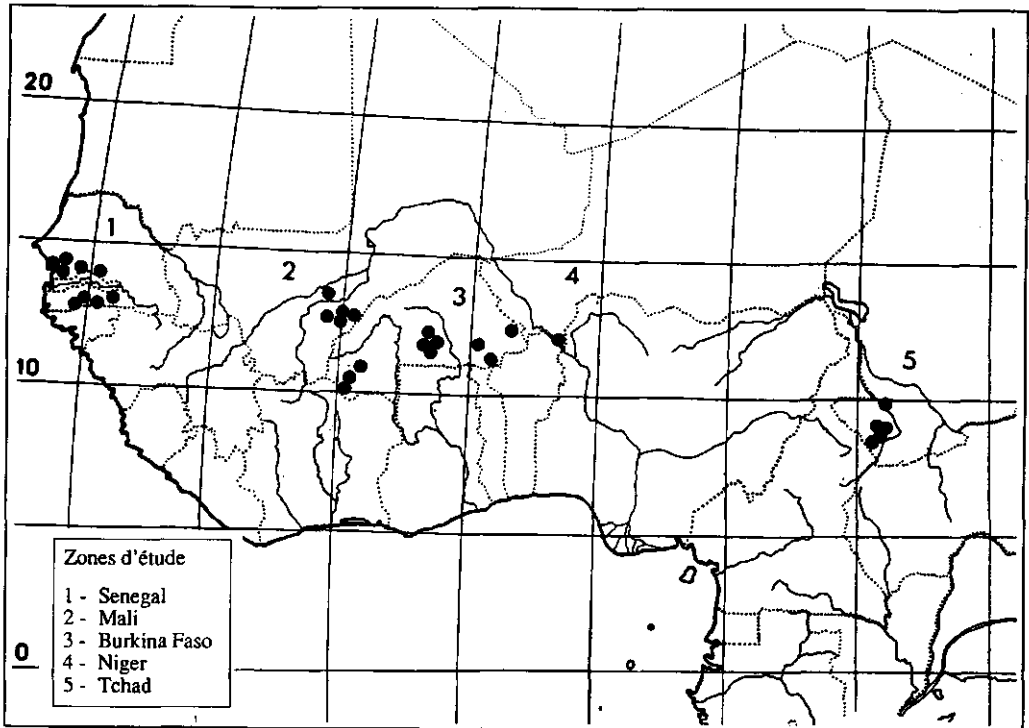
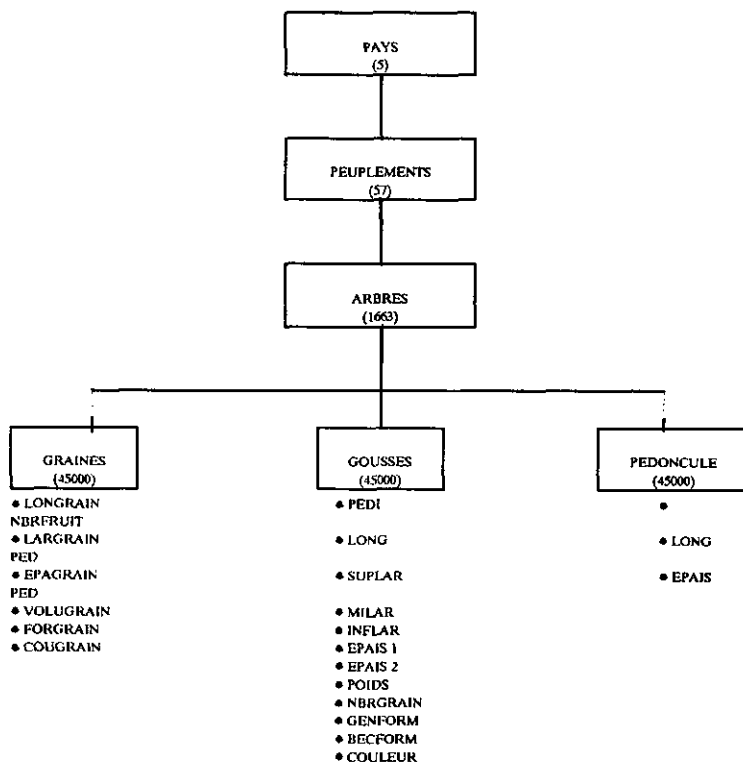


Figure 3.1 Régions de récolte du matériel végétal

Tableau 3.1 Description du matériel végétal étudié

Pays	No/Nom provenance	Date	Longitude	Latitude max	Nombre d'arbres
SEN	1 SIMON SANTHY	19-05-90	15°30	14°23	30
SEN	2 KARANG	16-05-90	16°20	14°23	25
SEN	3 NEMA N'DING	15-05-90	16°7	14°37	25
SEN	4 SIMBANDI	28-05-90	15°30	12°35	30
SEN	5 TOUBA BARIA	20-05-90	15°28	14°27	30
SEN	6 BANGHERE	27-05-90	15°25	12°40	30
SEN	7 SARE YOBA	25-05-90	15°15	12°45	30
SEN	8 KHEUR-OUSSEYNOU DIENG	18-05-90	14°30	14°23	30
SEN	9 KOLDA-CRZ	26-05-90	15°55	12°50	30
SEN	10 TABAWAL ABDOU	24-05-90	5°25	12°40	30
MAL	11 KEMENY EST-GAUCHE	15-05-89	5°371	3°00	27
MAL	12 WASSASSO	19-05-89	5°371	3°60	26
MAL	13 KAGNIGUE-SOKE-DJEDALA	17-05-89	5°361	2°59	29
MAL	14 KEMENY EST-DROITE	16-05-89	5°371	3°00	28
MAL	15 WAKI ZIEGOUASSO	14-05-89	5°7	12°50	26
MAL	16 KASSOROLA (NIANASSO)	16-05-89	4°2	12°47	26
MAL	17 DIAFOUGALA	15-05-89	4°58	12°49	30
MAL	18 MORIBILA	18-05-89	4°57	12°38	25
MAL	19 ZALOGOSSO	17-05-89	4°55	12°45	26
MAL	20 DOUNDIOUN	19-05-89	4°45	12°52	26
MAL	21 KENEMY OUEST SOKE	14-05-89	4°28	12°59	27
MAL	22 DOUGOUOLO	12-05-89	4°23	12°57	26
BF	23 NIANGOLOKO	24-05-90	4°55	10°17	18
BF	24 KOUTOURA	22-05-90	4°55	10°21	30
BF	25 DARSALAMY	21-05-90	4°40	12°21	26
BF	26 TOUSSIANA	23-05-90	4°37	10°50	30
BF	27 HOUNDE	26-05-90	4°18	11°10	10
BF	28 SAPONE	18-05-90	1°29	11°57	31
BF	29 SILMISSIN	30-05-89	1°32	11°57	30
BF	30 TOECE	22-05-89	1°20	12°4	30
BF	31 RAKAYE	11-05-90	1°34	11°51	30
BF	32 IPELCE	10-05-90	1°36	12°3	30
BF	33 TOGHIN	21-05-89	0°42	11°15	31
BF	34 KOMBISSIRI	20-05-90	1°34	12°16	34
BF	35 FADA	24-05-90	1°31	12°29	30
BF	36 PAMA	29-05-90	0°21	12°04	30
BF	37 KANTCHARI	02-06-90	1°33	11°51	30
NIG	38 SABORLIAN-BANAGUINDE	01-06-90	3°18	12°4	30
NIG	39 KOUAKORE-BOUMA	21-05-90	3°21	12°4	30
NIG	40 BANIKOUBAYE	19-05-90	3°21	12°1	30
NIG	41 TARA-KOUKAMAILAMBA	02-05-90	3°21	11°57	30
NIG	42 BOUMA	22-05-90	3°21	12°5	30
NIG	43 KOUAKORE	21-05-90	3°22	12°3	30
NIG	44 KOUKOURGANGANI	24-05-90	3°23	12°0	30
NIG	45 BANGOUTAWAYE NORD	27-05-90	3°24	12°2	30
NIG	46 BANGOUTAWAYE-SUD	28-05-90	3°26	12°3	30
NIG	47 SABORLIAN-NE	01-05-90	3°28	12°4	30
CHD	48 LELE (KORO-LELE)	25-05-90	15°30	8°44	30
CHD	49 M'BENDOH	28-05-90	15°40	8°43	30
CHD	50 KOUTOU-MIRE	19-05-90	15°41	8°51	21
CHD	51 NDOBENONYTOM	26-05-90	15°44	8°44	30
CHD	52 TALATI I	24-05-90	15°53	8°42	30
CHD	53 TALATI II	23-05-90	15°54	8°40	30
CHD	54 NANGKASSA	19-05-90	15°54	8°46	30
CHD	55 DELBIAN (CHAMP KEMBE)	21-05-90	15°55	8°55	30
CHD	56 MIRE KINDE	20-05-90	15°56	9°55	30
CHD	57 M'BAGDI	20-05-90	15°59	8°53	30

SEN: Sénégal; MAL: Mali; BF: Burkina Faso; NIG: Niger; CHD: Tchad



**Tableau 3.2** Schéma d'échantillonnage avec les variables mesurées et calculées

### 3.2.2 Type d'unités expérimentales

Les données ont été regroupées en 4 niveaux différents: graine, gousse, pédoncule et arbre. Les tableaux 3.3 et 3.4 présentent une description des variables quantitatives et qualificatives (voir figures 3.2 et 3.3).

#### *Niveau graine*

Pour chaque arbre, 30 graines ont été échantillonnées. La longueur, la largeur et l'épaisseur de la graine ont été mesurées au pied à coulisse, la forme et la couleur ont été classées qualitativement. Le volume de la graine a été estimé selon la formule suivante: Volume de la graine = longueur de la graine x largeur de la graine x épaisseur de la graine (Volgr = longrain x largrain x épaignrain).

#### *Niveau pédoncule*

Pour chaque arbre, 25 à 30 pédoncules ont été récoltés. Les caractères mesurés sont la longueur et l'épaisseur du pédoncule ainsi que le nombre de fruits par grappe.

#### *Niveau gousse*

Pour chaque arbre, 25 à 30 gousses ont été récoltées de manière randomisée et répartie

des 4 cotés de l'arbre en évitant de récolter cependant vers les extrémités de la cime pour éviter les effets de bordure. Les caractères mesurés sont: la longueur du pédicelle, la longueur de la gousse, la largeur au 1/3 supérieur, la largeur médiane, la largeur au 1/3 inférieur, l'épaisseur maximale et minimale, le poids de la gousse, le nombre de graines par gousse. Par ailleurs, la forme de la gousse et l'apex (bec) et la couleur de la gousse ont été décrits qualitativement. Le volume de la gousse est assumé être proportionnel à la longueur multipliée par la valeur moyenne de la largeur et la valeur moyenne de l'épaisseur:  $\text{Volume de la gousse} = \text{longueur} \times (\text{largeur supérieure} + \text{largeur médiane} + \text{largeur inférieure})/3 \times (\text{épaisseur 1} + \text{épaisseur 2})/2$ .

#### *Niveau arbre*

Pour chaque arbre, la circonférence à 1 m du niveau du sol, la hauteur de l'arbre, la hauteur du fût (hauteur du tronc avant la première branche), le recouvrement (à midi) de 2 cotés à savoir nord-sud et est-ouest et le nombre de branches principales ont été mesurés. Le poids de 100 graines, la teneur en protéines pour les graines et la teneur en glucides totaux pour la pulpe, le ratio pulpe-graines calculé à partir du poids de la pulpe divisé par le poids des graines ont été également mesurés par arbre. Tout comme pour les gosses, la couleur des graines a été déterminée selon les classes proposées à cet effet. Ainsi au total 53 variables ont été considérées pour les 3 niveaux décrits ci-dessus. Il convient cependant de souligner que les données ainsi obtenues à partir de ces 3 niveaux définis ci-dessus ne peuvent pas être liées et comparées directement. En effet, s'il est possible de dire que telle gousse a été prélevée sur tel arbre, il n'en est pas de même pour l'origine des graines par rapport aux gosses. De ce fait, ce sont les moyennes des valeurs de chaque descendance qui ont été comparées entre elles.

#### *3.2.3 Analyses biochimiques*

Trois provenances de chaque pays ont été retenues pour faire l'objet d'analyses physico-chimiques à partir d'échantillons de graines et pulpe. Les caractères mesurés sont (i) pour les graines, la teneur en protéines totales, (ii) pour la pulpe, la composition en glucides totaux. Sur chaque arbre, 1 gramme de pulpe et 1 gramme de graine y sont prélevés, en vue de préparer un extrait à partir duquel 4 mesures sont réalisées au laboratoire (voir annexe 2).

#### *3.2.4 Méthodes statistiques*

##### *Décomposition de la variance*

Les composantes de la variance ont été calculées en vue d'analyser la répartition des différents niveaux de variation. Elles ont été calculées pour les pays, les provenances à l'intérieur des pays, les descendance à l'intérieur des provenances et les unités à l'intérieur des descendance. Seules les variables quantitatives ont été considérées pour le test par REML (en anglais: restricted expected maximum likelihood) (NAG, 1990) qui n'inclut pas les traitements fixes. Lorsque cela est nécessaire, les données ont été préalablement transformées, pour assurer une certaine normalité à la distribution ainsi que l'homogénéité des variances.

Tableau 3.3 Description des variables quantitatives

VARIABLES QUANTITATIVES	DESCRIPTION	ABREVIATION OU CODE	UNITES DE MESURE
<u>Niveau graine</u> (cf schéma)			
1. Longueur	dimension	LONGRAIN	mm
2. Largeur	dimension	LARGRAIN	mm
3. Epaisseur	dimension	EPAIGRAIN	mm
4. Volume	volume	VOLUGR	mm <sup>3</sup>
<u>Niveau gousse</u> (cf schéma)			
5. Longueur de pédicelle	dimension	PEDI	mm
6. Longueur de la gousse	dimension	LONG	mm
7. Largeur au 1/3 supérieur	dimension	SUPLAR	mm
8. Largeur médiane	dimension	MILAR	mm
9. Largeur au 1/3 inférieure	dimension	INFLAR	mm
10. Epaisseur supérieure	dimension	EPAIS 1	mm
11. Epaisseur inférieure	dimension	EPAIS 2	mm
12. Poids de la gousse	poids	POIDS	g
13. Nombre de graines dans la gousse	quantité	NBRGRAIN	-
14. Volume de la gousse	volume	VOLUFR	mm <sup>3</sup>
<u>Niveau pédoncule</u> (cf schéma)			
15. Nombre de gousses par grappe	quantité	NBRFRUIT	-
16. Longueur du pédoncule	dimension	LONGPED	mm
17. Epaisseur du pédoncule	dimension	EPAIS PED	mm
<u>Niveau arbre</u> (cf schéma)			
18. Circonférence	dimension	CIRCONF	centimètre
19. Hauteur du fût jusqu'à la 1ère branche	dimension	HAUTFUT	cm
20. Hauteur totale	dimension	HAUTTOT	m
21. Recouvrement	dimension	RECOUVR	m
22. Nombre de branches	quantité	BRANCHES	-
23. Glucides totaux (matériel récolté en 1989 et 1990)	teneur	GLUCTOT	%
24. Protéines totales	teneur	PROTTOT	%
25. Poids de 100g	poids	POIDS 100 G	%
26. Ratio pulpe graines	rapport	RATIO P-G	

**Tableau 3.4 Description des variables qualitatives**

VARIABLES QUALITATIVES	DESCRIPTION	ABREVIATION	UNITES DE MESURE
Niveau graine			
1• Forme (schéma)	Forme	FORGRAIN	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Oblongue</li> <li>2. Ovale</li> <li>3. Obovale</li> <li>4. Arrondie ou orbiculaire</li> <li>5. Aplatie ou oblate</li> <li>6. Elliptique</li> </ol>
2• Couleur de la surface	Couleur	COUGRAIN	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. noire à 100%</li> <li>2. noire à 75-100%</li> <li>3. noire à 50-75%</li> <li>4. noire à 25-50%</li> <li>5. noire à 15-25%</li> <li>6. noire moins de 5%</li> </ol>
Niveau gousse			
3• Forme générale (schéma)	Forme	GENFORM	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arquée</li> <li>2. Légèrement arquée</li> <li>3. Courbe</li> <li>4. Légèrement courbe</li> <li>5. Droite</li> <li>6. Légèrement droite</li> <li>7. Tordue</li> </ol>
4• Forme du bec (schéma)	Forme	BECFORM	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mammiforme</li> <li>2. Pointue</li> <li>3. Légèrement mammiforme</li> <li>4. Absente</li> <li>5. Inconnue</li> <li>6. Crochue</li> </ol>
5• Couleur de la gousse	Couleur	COULEUR	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Claire</li> <li>2. Foncée</li> <li>3. Très foncée</li> </ol>

*Modèles linéaires généralisés*

*- Distribution normale (analyse de variance)*

L'analyse de variance a été utilisée pour examiner les différences entre les variables, selon les pays et les provenances.

Pour les variables quantitatives, deux types d'analyse de variance, avec un modèle mixte, ont été réalisés. L'un pour mettre en évidence des différences entre les pays, l'autre pour les différences entre les provenances. Dans le premier, le pays est considéré comme un "traitement" fixe alors que les provenances et les sous-unités à l'intérieur des descendances lorsqu'elles existent sont aléatoires. Dans le deuxième, le terme "pays" est omis et seules les provenances sont considérées comme fixes. L'analyse de variance est réalisée par une analyse de régression pondérée en raison de la quantité des données.

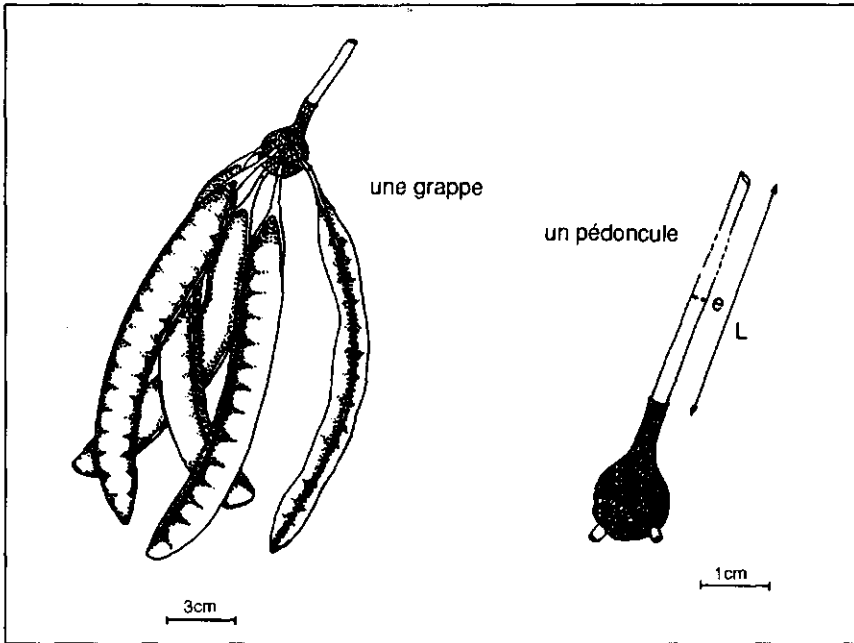


Figure 3.2 Caractères mesurés sur la grappe

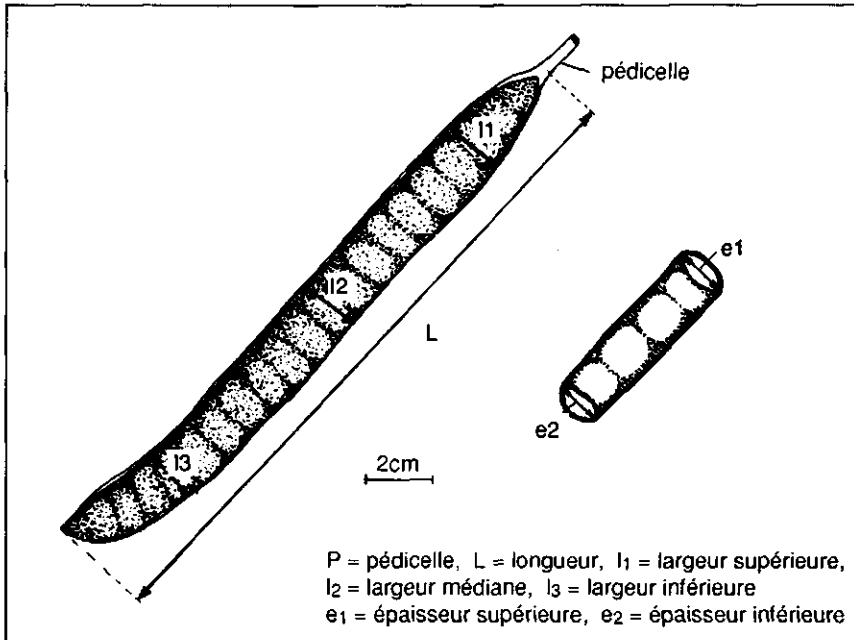


Figure 3.3 Caractères mesurés au niveau de la gousse

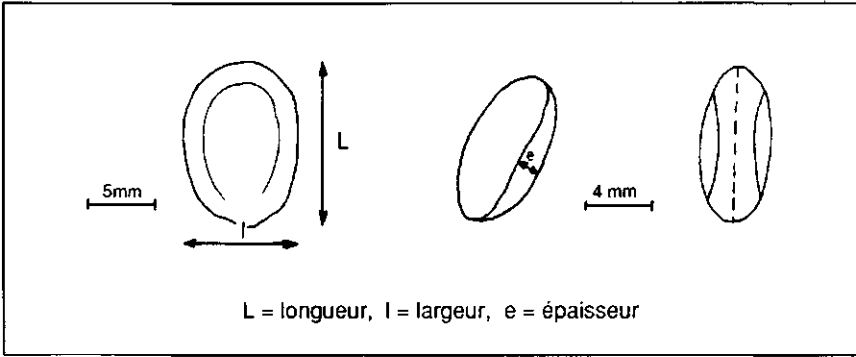


Figure 3.4 Caractères mesurés au niveau de la graine

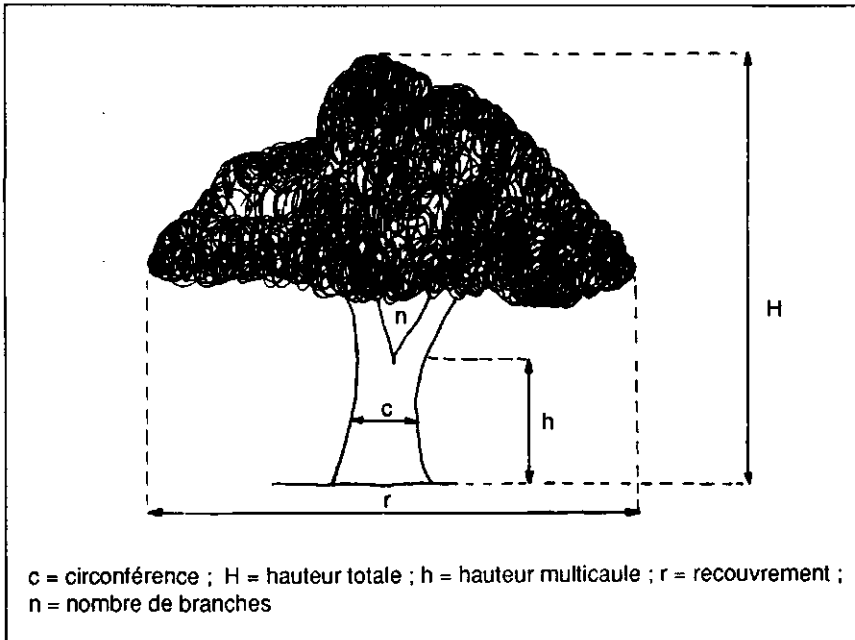


Figure 3.5 Caractères mesurés sur l'arbre



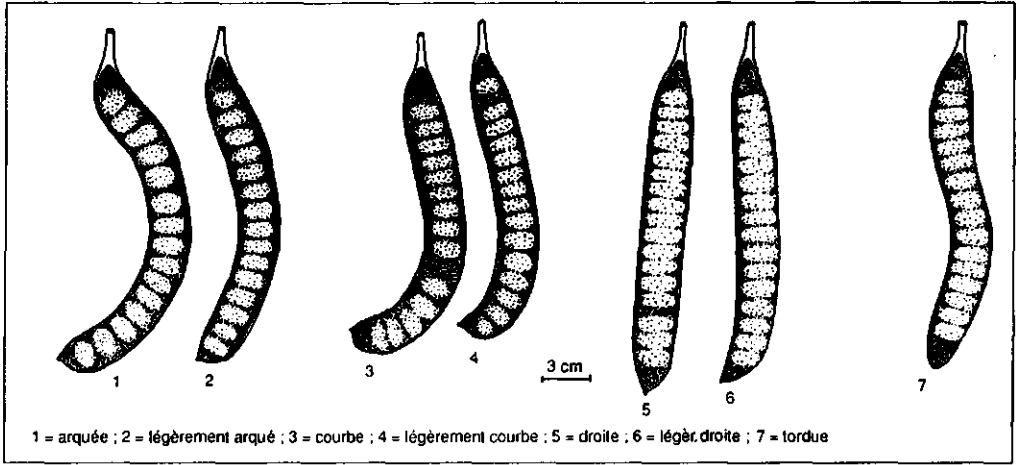


Figure 3.6 Diverses formes de gousses

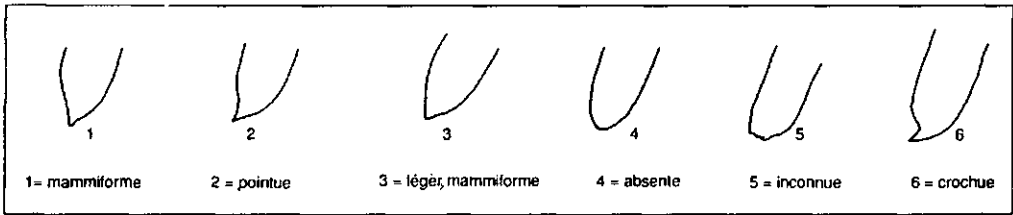


Figure 3.7 Diverses formes de l'apex de la gousse

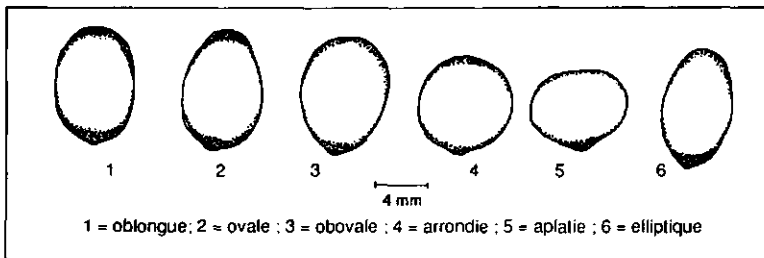


Figure 3.8 Diverses formes de graines

*- Tests de comparaison des moyennes deux à deux*

Suite aux analyses de variance pour le pays, des tests de comparaison deux à deux (pour les pays) ont été réalisés (procédure RPAIR, GENSTAT) (NAG, 1990). Les hypothèses de l'analyse de variance, à savoir l'homogénéité des variances et la normalité, sont vérifiées en observant les valeurs résiduelles de l'analyse. Lorsque cela est nécessaire, les données ont été transformées au préalable.

*- Distribution de Poisson (analyse de déviance)*

Pour les variables qualitatives, des modèles linéaires généralisés (MLG) ont été réalisés au lieu d'une analyse de variance. Par conséquent, une distribution de Poisson a été considérée au lieu d'une distribution normale. Des tests de comparaisons des moyennes deux à deux ont été réalisés à cet effet.

*Analyse en composantes principales (ACP)*

A la différence des analyses de variance, l'ACP est une analyse descriptive multivariée qui permet de regrouper ou de distinguer un ensemble d'unités en fonction d'un ensemble de variables. Ainsi, il est possible d'examiner la ressemblance entre les pays et les provenances. Afin de préciser la contribution des différentes variables, l'ACP permet de réduire le nombre de variables (dimensions) en un petit nombre d'axes, à savoir de nouvelles variables obtenues par combinaisons linéaires et variables d'origine, qui contiennent la plupart de la variation.

Les variables sont ramenées au niveau arbre, en prenant les valeurs moyennes (pour les variables quantitatives) ou en prenant le nombre des observations pour une classe donnée (pour les variables qualitatives). Les variables utilisées dans l'ACP sont préalablement normalisées.

*Analyse de corrélation*

L'analyse de corrélation a été réalisée pour l'ensemble des variables et par les différents groupes:

- corrélations entre toutes les variables et les pays confondus
  - corrélations intra pays (intra-groupes)
  - corrélations entre groupes Nord et Sud
  - corrélations entre les 12 groupes séparés par les ACP et à partir du dendrogramme.
- Pour chaque groupe nous avons calculé le coefficient de corrélations significatif donné. Cependant afin de maximiser l'effet, nous avons retenu de manière arbitraire que 2 variables sont dites corrélées si le coefficient de corrélation est supérieur ou égal à 0,40.

*Analyse des regroupements (agrégats)*

L'analyse de regroupements est réalisée pour tester la similarité pour un nombre de groupes. Les groupes consistent en un ou plusieurs peuplements.

Au stade initial, chaque peuplement est traité comme un groupe individuel. Dans la première étape, les deux membres les plus similaires sont regroupés pour former un agrégat avec 2 membres formant (n-1) groupes. Dans une deuxième étape, les deux agrégats les plus similaires sont regroupés donnant (n-2) nouveaux groupes, un avec 2 membres. Une autre possibilité est d'avoir un groupe de 3 membres et le reste avec un

seul. Il est aussi possible de continuer jusqu'à agréger tous les peuplements dans un seul groupe. Le résultat est un dendrogramme, basé sur les similarités des peuplements.

Pour cette analyse, les arbres ont été construits par agrégation centrale basée sur les valeurs moyennes de chaque groupe après avoir normalisé les données. Les avantages et inconvénients de cette méthode sont discutés de manière détaillée dans Lengkeek (1992).

### 3.3 Résultats

Pour la consistance de l'analyse, la variable glucides totaux a été répartie en 2 variables à savoir glucides totaux 1989 et glucides 1990, en raison des différences notables constatées dans la teneur en glucose de la pulpe récoltée en 1989 et en 1990. En effet, au cours de la conservation une perte de teneur en glucides est intervenue d'une année sur l'autre, notamment en ce qui concerne les provenances du Mali récoltées en 1989.

#### 3.3.1 Décomposition de la variance

La décomposition de la variance permet de mesurer les variations à différents niveaux, à savoir interne et intrapopulation (inter-descendance), interpopulation et interpays (tableau 3.5).

##### *Variation au niveau interne (intra-descendance)*

Une grande partie de la variation est manifestée au niveau interne de l'arbre (tableau 3.5); elle est assez importante et atteint un maximum de 78% pour le nombre de fruits et un minimum de 27% pour le volume des graines. Pour le niveau gousse, elle varie entre 30 et 56%. En ce qui concerne le niveau pédoncule, la variation se situe entre 44 et 78%. Il ressort donc que la variation au niveau unité (interne) est assez importante.

Les pourcentages expriment la fraction de la variation totale calculées selon l'analyse des composantes de la variance.

##### *Variation intrapopulation (inter-descendance)*

La variation intrapopulation (individuelle) est également importante, à quelques différences près, du même ordre que la variation au niveau unité, pour les variables des graines, des fruits et des pédoncules à l'exception de l'épaisseur et du volume des graines qui représentent respectivement 57 à 63% de la variation.

Pour le niveau pédoncule, elle varie entre 18 et 36% alors que pour le niveau gousse, elle varie entre 28 et 51%, à peu près du même ordre que le niveau graine.

En ce qui concerne le niveau arbre, la variation intrapopulation est également importante pour certains caractères tels que la circonférence, la hauteur à la première branche et les protéines et glucides totaux (toujours supérieurs à 75%). Dans l'ensemble, elle atteint un maximum de 93%.

Tableau 3.5 Décomposition de la variance pour les niveaux graine, gousse, pédoncule et arbre

Variable	Transformation	Valeurs moyennes (1)	Variance totale (2)	% de variance totale			
				Pays	Peupl.	Arbre	Unité
<b>Niveau graine</b>							
longrain	non	9,63	1,33	13,62	10,25	44,38	31,75
largrain	non	7,95	1,11	8,48	6,64	40,72	44,16
epargrain	non	4,70	0,55	39,55	3,19	29,34	27,92
volugrain	non	362,40	95,98 $10^2$	25,36	11,59	36,17	26,88
<b>Niveau Gousse</b>							
pedi	non	33,99	141,7	6,18	6,20	49,60	38,03
long	non	233,00	27,10 $10^2$	14,82	7,56	33,06	44,56
suplar	non	17,67	11,39	11,72	11,22	41,97	35,09
millar	non	18,44	9,12	8,55	10,64	50,98	29,83
inflar	non	16,22	8,79	18,23	7,34	41,16	33,27
epais 1	non	11,29	2,05	4,56	6,93	46,7	41,81
epais 2	non	8,67	2,92	10,69	8,44	36,17	44,7
poids	non	14,4	23,01	15,55	9,34	35,87	39,7
nbrgrain	non	16,09	19,46	4,44	11,32	27,77	56,47
volufr	rc	41393	13,59 $10^2$	11,93	12,57	37,3	38,19
<b>Niveau pédoncule</b>							
nbrfruit	rc	4,57	0,48	0,26	3,13	18,46	78,15
longped	rc	187,7	5,36	15,31	4,44	35,9	44,35
epaisped	rc	5,19	655 $10^{-2}$	5	10,28	34,4	50,32
<b>Niveau arbre</b>							
circonf	rc	237,4	5,65	0,68	17,85	81,47	
hautfut	rc	206,0	6,42	11,67	11,29	77,04	
hauttot	rc	14,68	0,24	38,58	20,29	41,13	
recouvr	log	19,23	77,62 $10^{-2}$	12,09	23,03	64,89	
branches	log	4,80	39,33 $10^{-2}$	43,55	22	34,45	
prottot	non	31,78	2,16	18,34	4,03	77,64	
gluctot 90	non	49,82	143,9	4,71	1,95	93,35	
gluctot 89	non	20,85	5,726	0,01	37	63	
pds 100-g	rc	22,77	24,09 $10^{-2}$	34,76	10,96	54,28	
ratio p-g	rc	0,90	38,37 $10^{-2}$	10,92	20,63	68,46	

(1) : Valeurs estimées (transformées inversement si nécessaire)

(2) : Variance des valeurs transformées

non : Valeurs non transformées

rc : Valeurs transformées par la méthode des racines carrées

log : Valeurs transformées suivant la méthode logarithmique

Peupl : Peuplement

#### Variation interpopulation (intra-pays)

Compte tenu de ce qui précède, la variation inter-population (entre les peuplements d'un même pays) est relativement faible, entre 3 et 11,6% pour les niveaux graines et pédoncule, 6 et 12% pour le niveau gousse et entre 2 et 37% pour le niveau arbre.

Les variables pour lesquelles cette variation est supérieure à 10% sont la longueur et le volume des graines, la largeur médiane et supérieure ainsi que le nombre et le

volume des graines et l'épaisseur des pédoncules; pour les variables au niveau de l'arbre, la variation est relativement plus importante dans l'ensemble à l'exception de la teneur en glucides et en protéines qui sont respectivement de l'ordre de 2 à 4%.

#### *Variation inter-pays*

La variation régionale (inter-pays) est assez faible pour l'ensemble des caractères considérés. Elle varie entre 8 et 40% pour le niveau graine, 4 et 18% pour le niveau gousse, 5 et 15% pour le niveau pédoncule à l'exception du nombre de fruits qui est de l'ordre de 26%. Elle varie entre 11 et 44% pour le niveau arbre à l'exception de la circonférence, de la teneur en protéines et en glucides qui sont respectivement de 0,7%, 4,7% et 0,01%.

En conclusion, les variables pour lesquelles la variation inter-pays est faible, entre 0 et 10% concernent les caractères suivants: glucides totaux, circonférence, nombre de fruits par grappe, épaisseur du fruit, épaisseur du pédoncule, nombre de graines par gousse et dans une moindre mesure la largeur de la gousse et la largeur des graines.

Les variables pour lesquelles la variation inter-pays est comprise entre 10 et 15% sont le ratio pulpe-graine, l'épaisseur de la graine, la largeur supérieure de la gousse, le volume du fruit, la longueur de la graine, ainsi que la hauteur totale et le recouvrement de l'arbre.

Enfin, la variation inter-pays est assez importante, comprise entre 15 et 44%, pour les caractères suivants: longueur de la gousse, poids de la gousse, largeur inférieure de la gousse, protéines totales (18%), volume des graines (25%), poids de 100 graines (35%) hauteur totale (37%), épaisseur des graines (40%) et nombre de branches 44%.

Pour la majorité des variables, il apparaît des différences significatives aussi bien entre les provenances qu'entre les pays. Cependant, ces différences sont plus atténuées pour les variables épaisseur supérieure des gousses, protéines totale et glucides totaux

Pour cette dernière variable, il se pourrait que le nombre limité des observations ait pu influencer les résultats. En effet, seules 3 provenances par pays, soit au total 15 provenances, ont été retenues pour les analyses biochimiques, sur un total de 57 provenances pour les autres variables.

### *3.3.2 Analyse de variance*

#### *Analyse de variance (variables quantitatives)*

Les résultats de l'analyse de variance sont présentés dans le tableau 3.6.

Les résultats de l'analyse de variance font ressortir l'absence de différences significatives entre les pays pour le nombre de fruits par grappe, la circonférence de l'arbre, la teneur en glucides totaux des graines en témoigne les faibles valeurs de variance présentées précédemment, respectivement de 0,26; 0,01; 0,68% de la variation totale.

#### *Analyse de "déviation" (variables qualitatives)*

Les résultats de l'analyse de déviance sont présentés dans le tableau 3.7. Les résultats du tableau 3.7 montrent en effet une différence hautement significative pour toutes les variables qualitatives. Il en est de même pour les pays.

**Tableau 3.6 Résultats des valeurs de F et de P pour les variables au niveau graines, gousses, pédoncules et graines.**

Variable	Transformation	Provenance		Pays	
		F	P	F	P
<u>Niveau graine</u>					
longrain	non	13,24	***	13,33	***
largrain	non	9,30	***	11,85	***
epagrain	non	30,72	***	97,79	***
volugrain	non	23,34	***	21,09	***
<u>Niveau gousse</u>					
pedi	non	6,83	***	11,13	***
long	non	12,44	***	15,69	***
suplar	non	13,21	***	8,51	***
millar	non	9,96	***	7,63	***
inflar	non	12,54	***	16,65	***
epais 1	non	5,65	***	3,84	***
epais 2	non	11,02	***	11,26	***
poids	non	14,45	***	14,98	***
nbgrain	non	16,49	***	5,66	***
volufir	rc	14,83	***	9,10	***
<u>Niveau pédoncule</u>					
nbrfruit	rc	5,42	***	1,59	ns
longped	rc	6,25	***	7,76	***
épais ped	rc	11,01	***	7,71	***
<u>Niveau arbre</u>					
circonf	rc	7,37	***	1,58	ns
hautfut	rc	8,71	***	9,92	***
hauttot	rc	37,19	***	22,27	***
recouv	log	14,59	***	5,54	***
branches	log	46,04	***	22,78	***
prottot	non	8,09	***	8,87	***
gluctot 90	non	2,70	***	3,75	ns
gluctot 89	non	12,68	***	0,00	ns
poids 100-g	rc	18,99	***	28,30	***
ratio p-g	rc	12,41	***	6,13	***

ns : non significatif

\* :  $0.005 \geq P > 0.01$ , peu significatif

\*\* :  $0.001 \geq P > 0.001$ , significatif

\*\*\*:  $P \leq 0.001$ , hautement significatif

non: non transformé

rc : selon racine carrée

log: selon méthode logarithmique

### 3.3.3 Tests de comparaison des moyennes pour les pays

Dans les tableaux suivants, les valeurs estimées pour les pays pour les variables sont ordonnées de la gauche vers la droite par ordre décroissant. Les pays sont comparés entre eux et ceux qui pourraient être dans le même groupe pour une variable donnée ont été soulignés. En examinant les différents tableaux selon les niveaux de variables étudiés (niveaux graine, gousse, pédoncule et arbre), il ressort ce qui suit:

**Tableau 3.7 Résultats avec les valeurs de P. pour les niveaux graines et gousses**

Variables	Provenances			Pays		
	Déviati on résiduelle	F	P	Déviati on Résiduelle	F	P
<u>Graines</u> forgrain	372	20,13	***	595,1	28,14	***
<u>Gousses</u> genform	194,7	14,79	***	235,6	106,74	***
becform	206,4	20,35	***	254,9	171,34	***
couleur	-	-	-	2372,0	14,13	***

P = probabilité pour que l'hypothèse nulle Ho. (Homogénéité des effets) soit vérifiée.

\*\*\* = existence de différence significative

*Niveau graine (tableau 3.8)*

Dans l'ensemble, le Sénégal semble présenter les valeurs moyennes les plus élevées. La longueur des graines est cependant inférieure à celle du Tchad, respectivement 9,87 m contre 10,31 m. Pour la longueur et la largeur des graines, il ne semble pas se dégager de différenciation nette entre le Mali, le Burkina et le Niger. Bien qu'une différenciation nette semble se dégager entre les pays en ce qui concerne l'épaisseur de la graine (voir figure page 3.9), ce caractère n'influencerait pas le volume de la graine. En effet, les graines provenant du Tchad présentent les valeurs les plus faibles pour l'épaisseur alors que le volume de la graine semble être compensé par la longueur et la largeur.

**Tableau 3.8 Tests de comparaison des moyennes (estimées) pour les pays - variables de graines n° 1-4**

NIVEAU GRAINE											
LONGRAIN	MAL	BF	NIG	SEN	CHD	LAGRAIN	MAL	BF	NIG	CHD	SEN
1	9.32	9.32	9.41	9.87	10.31	2	7.75	7.77	7.78	8.09	8.47
				—	—					—	—
EPAIGRAIN	CHD	NIG	BF	MAL	SEN	VOLUGR	NIG	BF	CHD	MAL	SEN
3	4.11	4.39	4.64	4.91	5.36	3	328.8	338.1	346.7	356.8	451.1
		—	—	—	—						—

*Niveau gousse (tableau 3.9):*

Pour la plupart des variables, les valeurs du Sénégal seraient encore nettement les plus élevées à l'exception de l'épaisseur des graines (EPAIS1 et EPAIS2) et du nombre de graines. Il ne semble pas se dégager une différenciation nette entre les autres pays pour la plupart des variables. Le Burkina, le Niger, le Mali présentent généralement des

valeurs similaires et dans une certaine mesure le Tchad. Pour le nombre de graines dans la gousse, le Niger se différencie nettement des autres pays avec les valeurs les plus faibles.

Enfin, comme pour les graines, la faible épaisseur des gousses au Tchad (sensiblement du même ordre qu'au Burkina et au Niger), semble être compensée par les autres caractères pour donner un volume de fruit moyen comparé aux autres pays.

**Tableau 3.9 Tests de comparaison des moyennes pour les pays - variables des gousses n° 5-14**

NIVEAU GOUSSE											
PEDI	NIG	CHD	BF	MAL	SEN	LONG	MAL	NIG	BF	CHD	SEN
	5	<u>30.79</u>	<u>31.72</u>	33.3	34.84		38.74	6	<u>205.9</u>	<u>218.6</u>	240.7
SUPLAR	MAL	NIG	BF	CHD	SEN	MILLAR	NIG	BF	MAL	CHD	SEN
7	<u>16.61</u>	<u>17.09</u>	<u>17.21</u>	<u>17.80</u>	19.66	8	<u>17.52</u>	<u>17.76</u>	<u>18.43</u>	18.79	19.73
INFLAR	MAL	BF	NIG	CHD	SEN	EPAIS 1	CHD	NIG	BF	SEN	MAL
9	<u>14.89</u>	<u>15.36</u>	16.11	16.82	18.05	10	<u>10.90</u>	<u>11.13</u>	11.25	11.37	11.75
EPAIS 2	BF	CHD	SEN	NIG	MAL	POIDS	MAL	NIG	BF	CHD	SEN
11	<u>8.00</u>	<u>8.18</u>	8.89	8.99	9.22	12	<u>12.25</u>	<u>12.48</u>	<u>14.07</u>	15.04	16.94
NBGRAIN	NIG	BF	SEN	MAL	CHD	VOLUFR	MAL	NIG	BF	CHD	SEN
13	<u>14.43</u>	15.97	16.42	16.42	17.36	14	<u>35571</u>	<u>36674</u>	<u>38566</u>	<u>41421</u>	
											<u>49131</u>



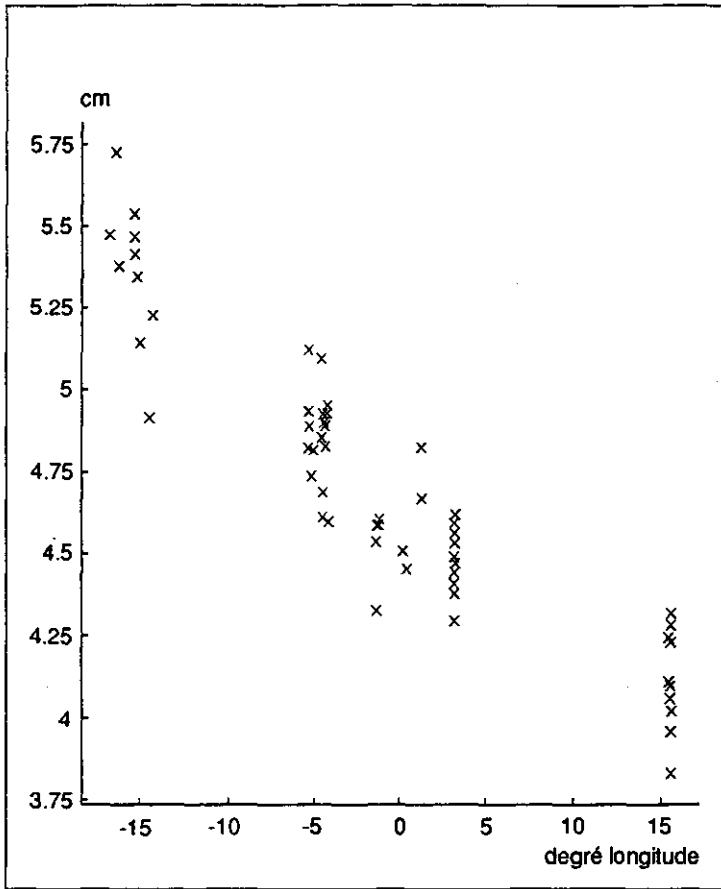


Figure 3.9 Variation longitudinale de l'épaisseur des graines

*Niveau pédoncule (tableau 3.10):*

C'est au Mali que l'on rencontre les longueurs de pédoncules les plus faibles. Les pédoncules ont des épaisseurs relativement plus petites tout en étant du même ordre qu'au Burkina, au Niger et au Tchad. La seule différenciation nette semble être le Sénégal avec des valeurs élevées en ce qui concerne l'épaisseur de pédoncule.

**Tableau 3.10 Tests de comparaison des moyennes (estimées) pour les pays pour les variables des pédoncules n° 15-17**

NIVEAU PEDONCULE											
NBFRUIT	MAL	CHD	BF	SEN	NIG	LONGPED	MAL	BF	NIG	SEN	CHD
	15	3.85	3.92	3.97	4.17		4.43	16	136.9	177.8	183.1
EPAISED	MAL	BF	NIG	CHD	SEN						
17	4.75	4.82	5.10	5.11	5.59						

*Niveau arbre (tableau 3.11):*

Il ne semble se dégager aucune différenciation nette entre les pays pour la circonférence. Cependant, il semble que les arbres du Niger aient des hauteurs à la première branche nettement moins élevées (arbres bas branchus) alors que ceux du Sénégal seraient plus élancés (240 cm). Le Mali, le Tchad et le Burkina quant à eux présenteraient des caractères similaires pour cette variable.

En ce qui concerne la hauteur totale, les arbres au Niger semblent se différencier nettement des autres, étant plus grands (ca. 18 m) alors que dans des autres pays elle se situe entre 12 et 16 m en moyenne avec des valeurs inférieures au Burkina et dans une certaine mesure au Tchad et au Mali. Au Burkina cependant, en plus des hauteurs totales inférieures, s'ajouteraient également les valeurs moyennes les plus faibles pour la circonférence et le recouvrement.

La teneur en protéines totales dans les graines semble être nettement supérieure au Mali. En ce qui concerne la teneur en glucides totaux, les comparaisons s'avèrent délicates à réaliser entre les analyses biochimiques faites à partir des récoltes de 1989 et celle de 1990. En effet, il a été constaté une forte dépréciation de la teneur en sucres en fonction du temps et des conditions de conservation.

Enfin, pour le poids de 100 graines, le Sénégal se différencierait nettement des autres pays avec des valeurs élevées alors que c'est le Tchad qui se distingue nettement des autres pays pour ce qui concerne le ratio pulpe-graines.

Il ressort de ces différents tableaux de comparaison entre pays ce qui suit:

- Dans l'ensemble, le matériel étudié au Sénégal apparaît comme étant différent des autres pays. Les valeurs moyennes des variables sont presque toujours élevées à l'exception des glucides totaux.
- Par ailleurs, le matériel étudié au Tchad serait différent des autres pays pour les variables longueur graine, largeur graine, épaisseur graine, longueur pédoncule, branches et ratio pulpe-graine.
- Le matériel étudié au Mali se distingue des autres pays pour certaines variables telles que protéines totales et épaisseur graine. Mais pour la plupart des variables, il semble

se rapprocher du Niger et du Burkina.

- Le matériel du Niger semble se distinguer des autres pays pour le nombre de graines (valeurs les plus faibles), la hauteur totale (valeurs moyennes les plus élevées), le nombre de branches, la hauteur multicaule (valeurs les plus faibles), l'épaisseur du pédoncule (les plus élevées).

- Le matériel végétal du Burkina ne constitue pas un groupe particulier, la seule différence nette avec ceux des autres pays est l'épaisseur de la graine. Il semble toutefois comparable avec les autres pays sous différentes combinaisons, mais ne présente pas de valeurs élevées.

**Tableau 3.11 Tests de comparaison des moyennes (estimées) pour les pays niveau arbre: variables n° 18 - 27**

NIVEAU ARBRE											
CIRCONF 18	BF	NIG	SEN	MAL	CHD	HAUTMUL 19	NIG	MAL	CHD	BF	SEN
	<u>216.4</u>	<u>227.2</u>	<u>229.1</u>	<u>223.9</u>	251.9		<u>167.2</u>	194.0	197.1	206.8	240.3
HAUTTOT 20	BF	CHD	MAL	SEN	NIG	RECOUVR 21	BF	SEN	NIG	CHD	MAL
	<u>12.07</u>	<u>12.89</u>	13.50	15.81	18.29		<u>15.94</u>	<u>16.69</u>	<u>17.95</u>	20.33	20.43
BRANCHES 22	MAL	SEN	BF	NIG	CHD	PROTTOT 23	NIG	CHD	SEN	BF	MAL
	<u>2.86</u>	<u>3.04</u>	<u>3.05</u>	4.59	7.84		<u>31.20</u>	<u>31.42</u>	<u>31.45</u>	32.10	32.84
GLUCTOT90 24	SEN	NIG	CHD				GLUCTOT89 25	BF	MAL		
	<u>64.15</u>	<u>68.61</u>	69.98					<u>20.82</u>	<u>20.87</u>		
PDS-100G 26	NIG	BF	MAL	CHD	SEN	RATIO P-G 27	MAL	BF	NIG	SEN	CHD
	<u>21.49</u>	<u>21.99</u>	<u>22.8</u>	23.39	28.62		<u>0.82</u>	<u>0.91</u>	0.97	0.98	1.20

### 3.3.4 Modèles linéaires généralisés

A la différence des variables quantitatives, des tests sous forme de MLG ont été réalisés pour les variables qualitatives des gousses (forme générale, forme du bec, couleur) et des graines (forme, couleur). Les résultats sont consignés dans les tableaux 3.12-3.16.

### Forme de la graine

Pour la forme de la graine, les classes 3, 2 et 1 contiennent par ordre décroissant d'importance, la plupart de la variation existante. En particulier pour la classe n° 3, le Sénégal et le Tchad se séparent en groupes distincts tandis que le Mali, le Burkina et le Niger semblent avoir les mêmes caractéristiques, comme pour la forme du bec de la gousse.

Tableau 3.12 Résultats Forme de la graine (valeurs des effectifs en%)

FORGRAIN	SEN	MAL	BF	NIG	CHD	
1: oblongue	17.06	-----			20.10	17.89
		17.89	21.53			
2: ovale	10.48	24.00	-----			22.19
			33.15		-----	29.84
3: obovale	52.23	-----				
		34.10	32.31	45.35		47.17
4: arrondie	14.40	8.70	7.98	7.36		3.21
5: aplatie	4.59	5.18	4.45	4.79		1.77
6: elliptique	1.24	-----				
		0.12	0.15	0.21	0.15	

### Forme de l'apex de la gousse (forme du bec)

D'une manière générale, la forme de l'apex (bec) n° 4 semble être la plus fréquemment rencontrée, entre 70 et 80% pour le Mali, Burkina Faso, Niger et Tchad, à l'exception du Sénégal où la forme n° 1 représente 58% contre 23% pour la forme n° 4. Pour cette forme n° 4, le Sénégal et le Tchad se distinguent en tandis que le Mali, le Burkina Faso ne semblent pas être différent de manière significative. Les deux formes n° 4 et n° 1 contiennent entre 78 et 84% de la variation. La forme n° 5 n'est pas fréquente sauf au Mali elle atteint 15%.

### Forme générale de la gousse (GENFORM)

Pour la forme générale, c'est la classe n° 1 qui semble être la plus importante entre 50

et 79% pour laquelle il existe des différences significatives entre les 5 pays. Par ailleurs la classe 3 ressemble entre 11 et 17% de la variation à l'exception du Mali 2%. Le Mali et le Tchad présentent les plus fortes hétérogénéités de classes (pour le Mali 29% pour la classe 2 et 15% pour la classe 6 et pour le Tchad, 17% pour la classe 3 et 10% pour la classe 5). Enfin, il convient de noter que les formes n° 1, 2 et 3 contiennent la quasi totalité de la variation existante.

### Couleur de la graine (COUGRAIN)

La plupart des provenances Tchad se caractérisent par des graines de couleur noire. Il semble que la couleur des téguments des graines devient de moins en moins noire selon que l'on va de l'est vers l'ouest. Le Burkina semble constituer un groupe intermédiaire où l'on rencontre toutes les classes de couleur retenues.

Tableau 3.13 Résultats variables BECFORM (valeurs des effectifs en %)

BECFORM	SEN	MAL	BF	NIG	CHD
1 Mammiforme	<u>58.34</u>	<u>7.28</u>	<u>11.58</u>	<u>14.76</u>	<u>3.17</u>
2 Pointue	<u>11.11</u>	<u>5.44</u>	<u>11.46</u>	<u>7.66</u>	<u>10.23</u>
3 Légèrement mammiforme	<u>1.50</u>	<u>0.25</u>	<u>2.44</u>	<u>1.40</u>	<u>0.05</u>
4 Absente	<u>23.21</u>	<u>70.24</u>	<u>65.99</u>	<u>69.26</u>	<u>79.81</u>
5 Cassée	<u>1.53</u>	<u>15.45</u>	<u>4.91</u>	<u>3.08</u>	<u>0.02</u>
6 Crochue	<u>4.31</u>	<u>1.35</u>	<u>3.66</u>	<u>3.80</u>	<u>6.71</u>

### Couleur de la gousse (COULEUR)

Alors que les graines au Tchad sont généralement de couleur noire, les gousses quant à elles sont en grande partie de couleur claire. C'est au Burkina, au Niger et au Mali que l'on rencontre les plus fortes proportions de gousses à couleur foncée et très foncée. Au

Sénégal, la plupart des gousses ont une couleur foncée.

Il apparaît selon le tableau ci-dessus que la classe de couleur n° 2 semble être la plus importante pour l'ensemble des pays considérés. Alors qu'au Burkina la classe n° 3 at-teint 49% tandis que la classe n° 1 ne représente que 4,5% au contraire, au Tchad, la classe 1 atteint 45% alors que la classe 3 ne représente que 6,25%. Les populations malienne, nigérienne et sénégalaise semblent être identiques pour la variable couleur.

**Tableau 3.14 Résultats GENFORM (valeurs des effectifs, en%)**

GENFORM	SEN	MAL	BF	NIG	CHD
1: arquée	<u>58.6</u>	<u>49.8</u>	<u>78.7</u>	<u>69.6</u>	<u>63.8</u>
2: légèrement arquée	<u>7.36</u>	<u>29.02</u>	<u>2.89</u>	<u>4.73</u>	<u>1.08</u>
3: courbée	<u>16.37</u>	<u>16.8</u>	<u>11.14</u>	<u>14.4</u>	<u>17.14</u>
4: légèrement courbée	<u>10.48</u>	<u>0.78</u>	<u>2.77</u>	<u>6.51</u>	<u>2.11</u>
5: droite	<u>4.27</u>	<u>3.15</u>	<u>3.34</u>	<u>2.84</u>	<u>10.16</u>
6: légèrement droite	<u>2.67</u>	<u>15.49</u>	<u>0.08</u>	<u>1.62</u>	<u>0.48</u>
7: tordue	<u>0.30</u>	<u>0.04</u>	<u>1.07</u>	<u>0.24</u>	<u>5.24</u>

**Tableau 3.15 Résultats COUGRAIN (valeurs des effectifs en %)**

COUGRAIN	SEN	MAL	BF	NIG	CHD
1: noire à 100%	0	0	30	0	8640
2: noire à 75-100%	0	0	30	30	60
3: noire à 50-75%	0	0	30	30	0
4: noire à 25-50%	0	0	1	120	0
5: noire à 5-25%	120	241	751	1769	0
6: noire à 25%	8430	8909	10199	7051	0

**Tableau 3.16 Résultats variables COULEUR-gousse**

COULEUR	BF	CHD	MAL	NIG	SEN
1	4.56 —	45.22 —	17.08	13.00	11.93
2	46.50	48.35	45.55	51.33	58.95
3	48.94	6.25	37.37	35.67	29.12

### 3.3.5 Dendrogramme (Analyse de regroupement des provenances)

#### *Variation entre les provenances et les pays*

D'une manière générale, l'analyse du dendrogramme (fig. 3.10) fait ressortir de fortes variations entre les provenances étudiées. A un certain niveau de similarité, on obtient une nette différenciation entre les pays.

En effet, pour un index de similarité arbitraire et fixé à 0,88 comme limite minimum de formation des groupes, il apparaît clairement 3 sous-groupes A, B et C. D'une part, le Sénégal et le Tchad représenteraient des groupes distincts, respectivement A et C, tandis que le groupe B regrouperait le Burkina, le Niger qui seraient confondus et, dans une moindre mesure, le Mali.

A un autre niveau de similarité fixé à 0,91, il est possible de séparer le Mali du Burkina et du Niger ainsi que certaines provenances particulières (54 du groupe A, 47 du groupe B et du groupe C).

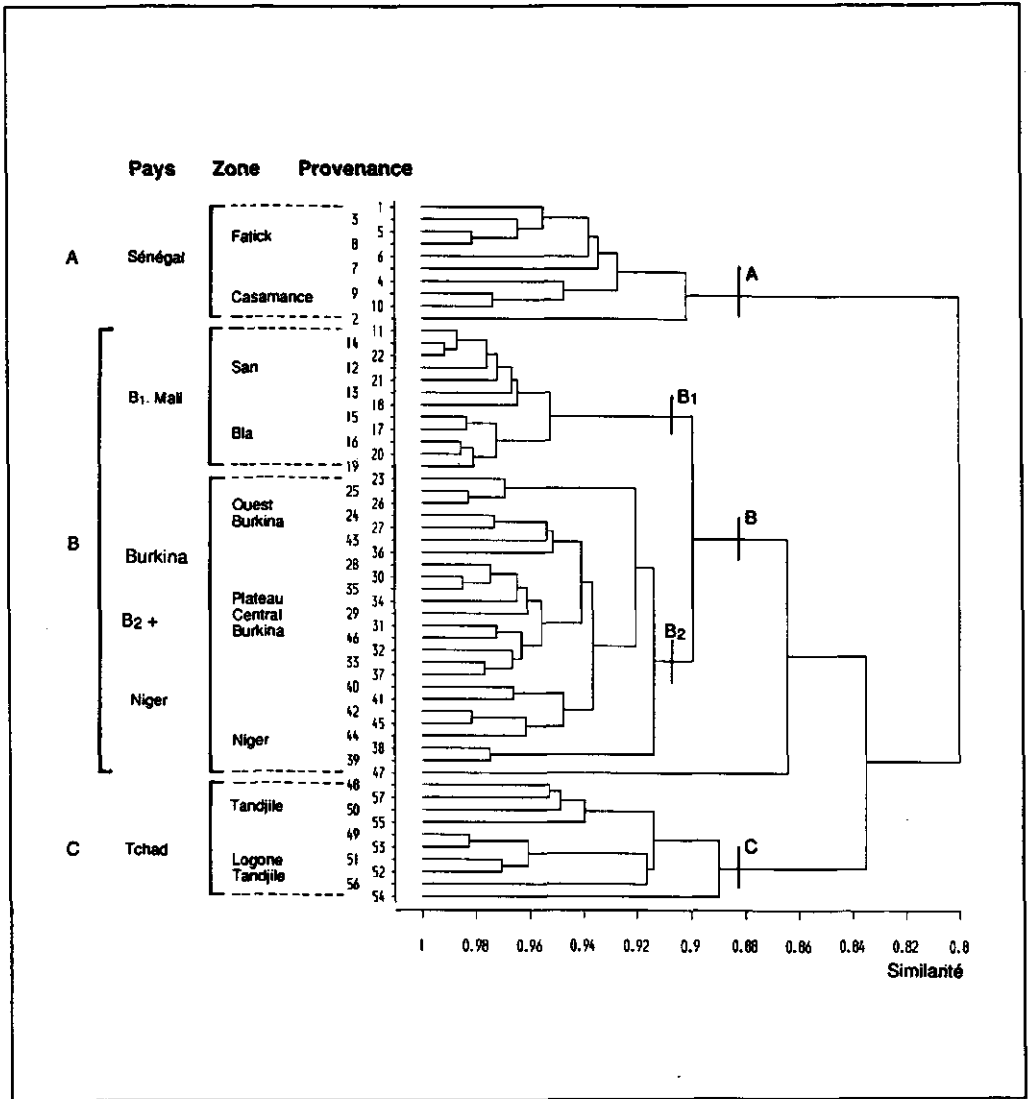


Figure 3.10 Dendrogramme: regroupement par provenances; toutes les variables confondues. De même, il est possible de distinguer des regroupements par zone et par pays (ref. fig. 3.11-3.14).



A des niveaux supérieurs de similarités, dépendant des différents groupes (à savoir: 0,93 pour le groupe C, 0,94 pour le groupe A et 0,95 pour le groupe B), il est possible de distinguer quelques sous-groupes:

- dans le groupe C (Sénégal), il apparaît également 2 sous-groupes, avec la provenance n°2 qui se détache des autres;

- \* enfin le sous-groupe n°6 constitué uniquement des provenances du Mali, se distingue nettement des autres. A l'intérieur de ce sous-groupe, les provenances des zones de Ségou et de San se différencient nettement.

D'une manière générale, le dendrogramme fait ressortir des différenciations nettes. Le groupe du Sénégal d'une part et celui du Tchad de l'autre. Par ailleurs, le Burkina et le Niger qui présentent les mêmes similarités et forment avec le Mali un autre ensemble.

### 3.3.6 Analyse en composantes principales (ACP)

Dans le modèle utilisé pour l'ACP, 50 variables sont représentées dans le tableau 3.17, en quatre axes de composantes principales. Le tableau 3.18 montre pour les quatre premiers axes, le pourcentage de variance associée aux différentes variables ainsi que la contribution relative des variables à la formation de ces axes.

Les quatre premiers axes expriment 32% de la variation existante, ce qui semblerait relativement faible mais qui pourrait s'expliquer par la quantité importante des données.

L'axe 1 exprime 13,68% de la variation existante et représente surtout des variables quantitatives de gousses et de graines. Les quatre principales composantes sont relatives aux variables de gousses dont le volume (0,92), le poids (0,92), la largeur supérieure (0,83) la largeur médiane (0,80) et dans une moindre mesure certaines variables des graines telles que le poids de 100 graines, la largeur inférieure, le volume, la longueur et la largeur.

L'axe 2, quant à lui, exprime 9,58% de la variation existante et représente pour la plupart des variables qualitatives. Cet axe sépare le groupe de variables qualitatives. Cet axe sépare le groupe des variables (couleur de la graine 1 et forme de l'apex 4, branches et dans une moindre mesure, forme de la graine 2 et forme générale 1) qui est corrélées négativement par rapport à cet axe à un deuxième groupe de variables (couleur épaisseur de la graine et dans une moindre mesure forme générale 1 et 2, forme de la graine 4 et 5).

L'axe 3 exprime 4,71% de la variation et fait apparaître une variabilité liée aux groupe de variables (épaisseur 1 (-0,43), épaisseur 2 (-0,50) et dans une moindre mesure forme de graine 1) lequel est séparé d'avec le groupe de variables (forme générale 4 (0,50), générale 5 (0,41) et largeur des graines (0,60)).

L'axe 4, avec 4,25% de la variation, indique la variabilité de la forme générale (-0,59) et de la forme de la graine 3(-0,59) lesquels sont corrélés négativement avec le groupe de variable (forme générale 6 et dans une moindre mesure avec forme générale 2, forme de la graine 2, la longueur de la gousse et la longueur de la graine).

**Tableau 3.17 Contribution relative des variables à la formation des différents axes**

AXES	%	CUMULATIVEMENT	VARIABLES
1	13,68	13,68	Volume du fruit, Poids de la gousse, largeur sup., largeur med., poids 100 graines
2	9,58	23,27	Epaisseur graine, couleur graine 6, couleur graine 1, forme de l'apex 6, branche
3	4,71	27,97	Epaisseur gousse 1, épaisseur gousse 2, forme générale 4, forme générale 5, largeur graine
4	4,25	32,23	Forme générale 1, forme graine 3, forme graine 5, largeur graine

Les valeurs moyennes des axes de composantes principales pour les provenances sont présentées sur les figures 3.11 à 3.14. La projection des provenances sur les axes permet de les structurer en différents groupes et de les ordonner selon les différentes variables (Biplots) (fig. 3.11). Ainsi les variables représentées sur une même ligne et dans deux directions opposées sont corrélées négativement (poids de 100 graines par rapport à couleur de la graine 6). Les variables représentées graphiquement sur la même ligne et dans la même direction sont hautement corrélés (par exemple l'épaisseur de la graine et la longueur de la graine). Ainsi d'une manière générale, les variables situées dans une direction positive par rapport à l'axe indiquent une corrélation positive et inversement pour les variables situées dans une direction négative.

Ainsi les différents regroupements préalablement obtenus et analysés sur le dendrogramme sont de nouveau retrouvés et visualisés sur les différents ACP bi-plot. Les groupes ou sous-groupes de provenances sont ici délimités en pointillés sur les figures 3.12 et 3.14. D'une manière générale, on observe clairement les regroupements suivants:

L'axe 1 sépare toutes les provenances en fonction de la couleur des graines, de la forme générale et du nombre de branches. Ainsi sont séparées les provenances Tchadiennes des autres, comme formant un "groupe" oriental.

L'axe 2, quant à lui, sépare les provenances en fonction des variables quantitatives des gousses et des graines. Ainsi se séparent les provenances sénégalaises de celles du Mali, du Burkina et du Niger, comme constituant un "groupe occidental".

L'axe 3 sépare également les provenances en fonction des variables quantitatives des graines et des gousses et permet de différencier davantage certains groupes intermédiaires. Ainsi les provenances du Mali, du Burkina et du Niger à leur tour en 2 sous-groupes, l'un contenant les populations du Niger à leur tour en 2 sous-groupes.

L'autre contenant les populations du Mali, l'autre avec les populations du Niger et

du Burkina Faso de manière mélangée et dans une moindre mesure celle du Mali. Ce groupe apparaissait comme étant un groupe intermédiaire par rapport aux 2 groupes préalablement indiqués.

**Tableau 3.18** Analyse en composantes principales corrélations des variables avec les 4 principaux axes (les valeurs supérieures à 0,4 sont mises en relief en gras)

VARIABLES		% DE VARIABILITE			
		AXE 1	AXE 2	AXE 3	AXE 4
1	FORG1	0,027	20,069	-0,444	0,268
2	FORG2	-0,039	-0,214	0,258	0,369
3	FORG3	0,059	-0,029	-0,218	<b>-0,509</b>
4	FORG4	0,012	0,266	<b>0,500</b>	-0,035
5	FORG5	<b>-0,180</b>	0,176	<b>0,409</b>	-0,137
6	FORG6	0,040	0,075	-0,080	-0,026
7	COUG1	0,071	<b>-0,842</b>	-0,007	0,154
8	COUG2	0,003	-0,074	-0,028	-0,011
9	COUG3	-0,032	-0,017	0,011	-0,023
10	COUG4	-0,024	0,009	0,050	0,007
11	COUG5	-0,142	-0,061	0,035	0,042
12	COUG6	-0,020	<b>0,795</b>	-0,017	-0,159
13	GENFORM1	0,034	<b>-0,377</b>	0,187	<b>-0,592</b>
14	GENFORM2	-0,012	0,376	-0,075	-0,397
15	GENFORM3	-0,083	-0,245	-0,001	-0,106
16	GENFORM4	0,069	0,191	0,045	0,106
17	GENFORM5	0,038	-0,386	0,078	0,265
18	GENFORM6	0,038	0,328	-0,155	0,425
19	GENFORM7	0,021	-0,414	0,132	0,087
20	BECFORM1	0,274	0,358	0,290	-0,141
21	BECFORM2	0,003	-0,076	0,181	0,047
22	BECFORM3	0,048	0,086	0,083	-0,244
23	BECFORM4	-0,150	<b>-0,638</b>	-0,153	-0,232
24	BECFORM5	-0,063	0,165	0,031	0,001
25	BECFORM6	0,021	-0,185	0,165	-0,045
26	BECFORM7	-0,044	-0,009	0,032	-0,004
27	LONGRAIN	<b>0,698</b>	-0,336	0,049	0,308
28	LARGRAIN	<b>0,588</b>	-0,022	<b>0,595</b>	0,096
29	EPAGRAIN	0,341	<b>0,653</b>	0,085	0,074
30	VOLUGR	<b>0,766</b>	0,234	0,346	0,205
31	PEDI	0,255	0,219	0,103	0,046
32	LONG	<b>0,674</b>	-0,226	0,276	-0,332
33	SUPLAR	<b>0,826</b>	-0,046	-0,238	-0,030
34	MILLAR	<b>0,798</b>	-0,076	-0,281	0,114
35	INFLAR	<b>0,763</b>	-0,142	-0,199	0,017
36	EPAIS1	0,338	0,325	-0,432	-0,083
37	EPAIS2	0,259	0,345	-0,498	-0,021
38	POIDS	<b>0,899</b>	-0,106	-0,027	-0,179
39	NBRGRAIN	0,390	-0,136	-0,183	-0,248
40	VOLUFR	<b>0,919</b>	-0,036	-0,146	-0,191
41	NBRFRUIT	0,038	0,054	-0,011	-0,019
42	LONGPED	0,153	-0,253	0,027	-0,158
43	EPAISPED	0,234	0,118	-0,131	-0,219
44	RATIO-G	0,052	-0,293	-0,034	0,027
45	PDS-100G	<b>0,793</b>	0,163	0,206	0,085
46	BRANCHES	0,085	<b>-0,699</b>	-0,001	0,157
47	RECOUVR	0,103	-0,261	-0,120	0,346
48	HAUTTOT	0,057	0,171	0,043	0,010
49	HAUTMULT	0,260	0,097	0,180	0,068
50	CIRCONF	0,183	-0,173	-0,021	0,214

### *Analyse de corrélation*

La matrice de corrélation pour l'ensemble des 51 variables est présentée dans le tableau 3.19. En outre, les matrices de corrélations inter groupes Nord-Sud, intra-pays, intra-zones sont obtenables auprès de l'auteur. Pour ces dernières matrices, l'attention a été portée principalement sur l'analyse des variables synthétiques liées à la production des fruits et des graines.

### *Corrélations entre toutes les variables (tous groupes confondus).*

D'une manière générale, la plupart des corrélations obtenues sont logiques et attendues.

Les dimensions des gousses et des graines sont corrélées entre elles. Les longues gousses sont les plus larges et contiennent un nombre plus élevé de graines. Le nombre de gousses est fonction de la taille du pédoncule. L'épaisseur de la graine est indépendante de sa longueur et de sa largeur. Il en est de même de l'épaisseur de la gousse par rapport à sa longueur et sa largeur. Enfin, il n'y a pas de corrélation entre le poids de 100 graines et le nombre de graines. A ce niveau d'analyse toutes variables confondues, il n'est pas possible de mettre en évidence des corrélations particulièrement intéressantes pour la sélection, p.e. à partir d'un caractère donné, sélectionner un autre caractère ou applique la sélection sur un caractère secondaire.

### *Corrélations entre variables selon groupes Nord et Sud*

L'analyse des corrélations fait ressortir les différences Nord-Sud: liées principalement aux caractéristiques de l'arbre à savoir la hauteur, la circonférence, la hauteur de la 1<sup>ère</sup> branche et le recouvrement.

- **au nord**: l'épaisseur de la graine avec le poids de 100 graines;

- **au sud** : le nombre de branches et le recouvrement sont corrélés avec la longueur de la graine et l'épaisseur des graines. L'épaisseur de la graine est négativement corrélée avec sa longueur au sud (-0,26) alors qu'au nord la corrélation est positive (0,11).

### *Corrélations intra-pays*

**Tchad et Sénégal**: Il ressort peu de corrélations particulières à l'exception de ceux liées aux caractéristiques des arbres à savoir le nombre de branches et le recouvrement; la hauteur de la première branche et le recouvrement; enfin la hauteur totale et la circonférence.

**Mali Burkina et Niger**: Les résultats font ressortir le même type de corrélations dans ces 3 pays; cependant au Mali, les corrélations semblent moins fortes.

### *Corrélations entre groupes (intra-zones)*

#### **Sénégal: Casamance et Fatick**

Dans la région de Fatick, la largeur des gousses est fortement corrélée avec le poids de 100 g, ce qui ne l'est pas le cas en Casamance. Par contre, en Casamance la largeur de la graine est corrélée au volume des fruits.

#### **Sénégal: Karang**

Il existe en général de très fortes corrélations entre les variables de production fruitière. Certaines semblent présenter un intérêt particulier pour la sélection notamment: le volume ainsi que le poids de la graine avec la hauteur totale; la longueur du pédoncule





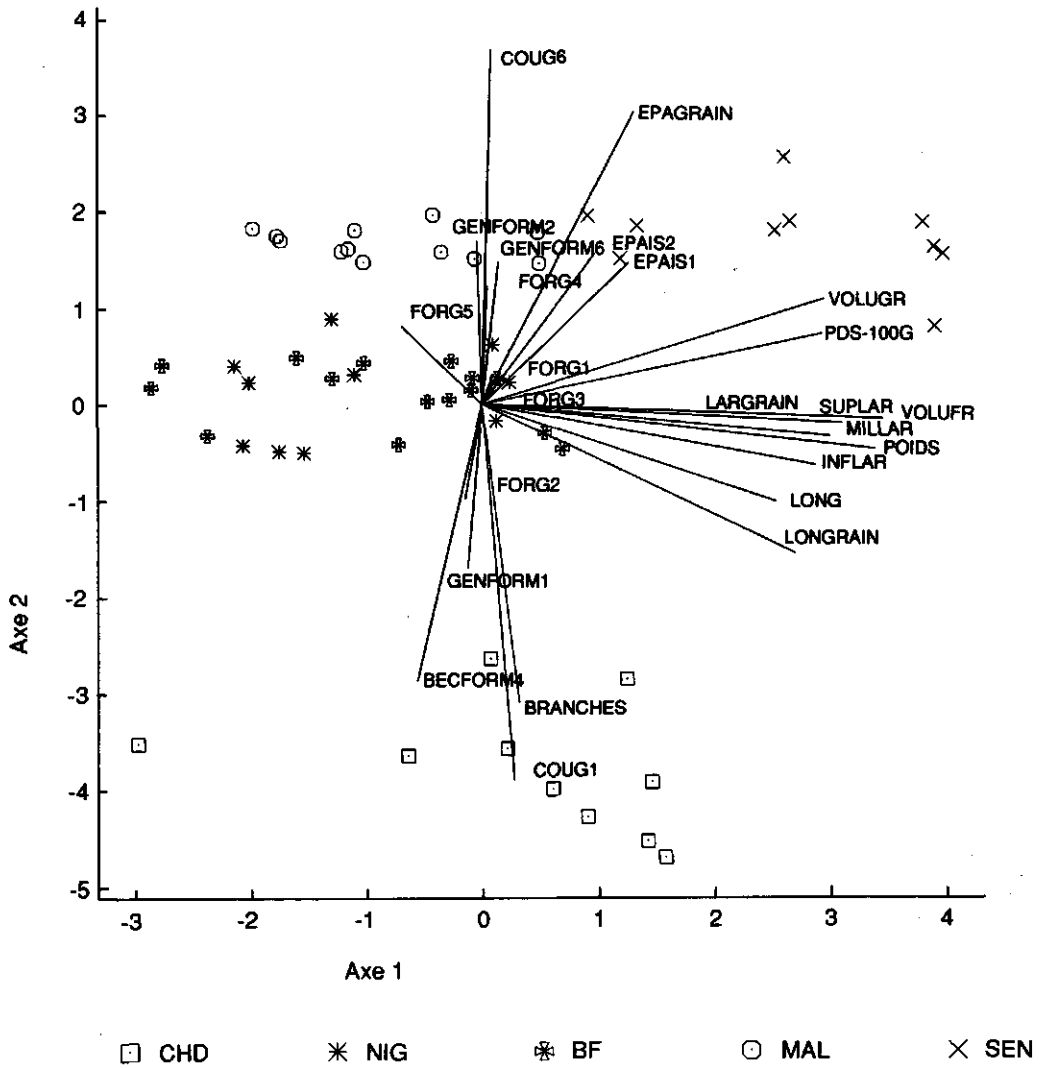


Figure 3.11 Représentation graphique de l'ACP, Axe 1 x Axe 2 valeurs moyennes par peuplement

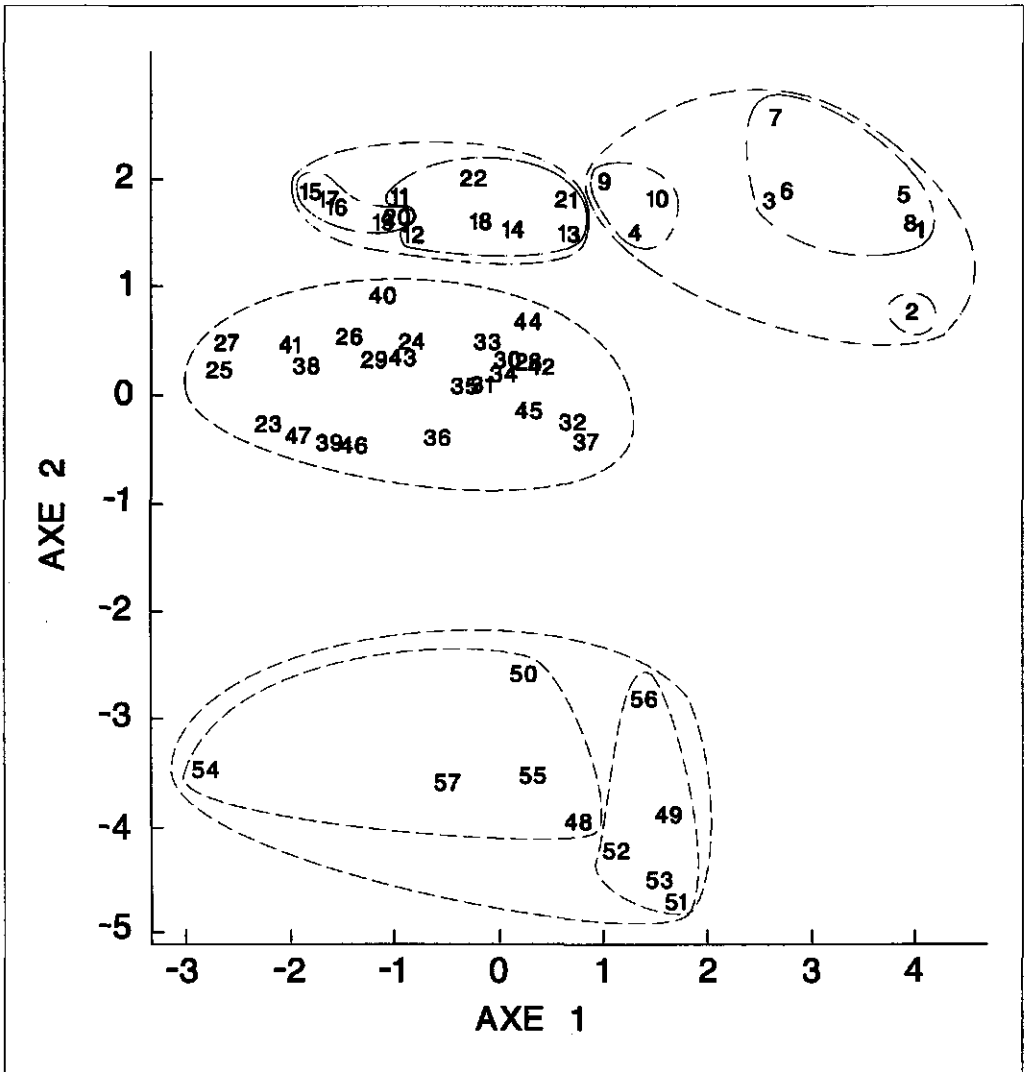


Figure 3.12 ACP - Axe 1 x Axe 2 valeurs moyennes par provenance (position des provenances). Il est possible de mettre en évidence des différenciations intra-pays.



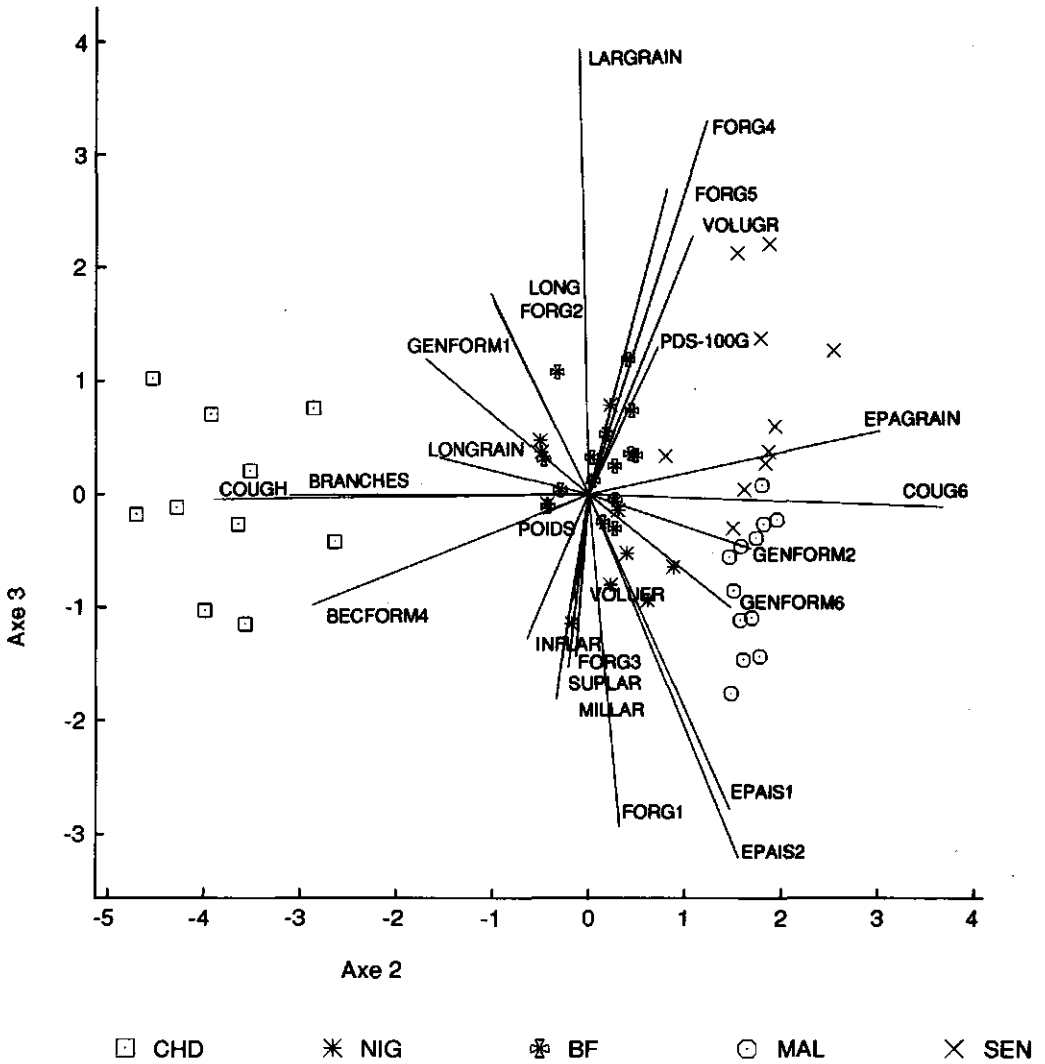


Figure 3.13 ACP - Axe 2 x Axe 3 valeurs moyennes par provenance. Il est possible de séparer 4 groupes de provenances (Tchad, Sénégal, Mali et Burkina/Mali (mélange)).

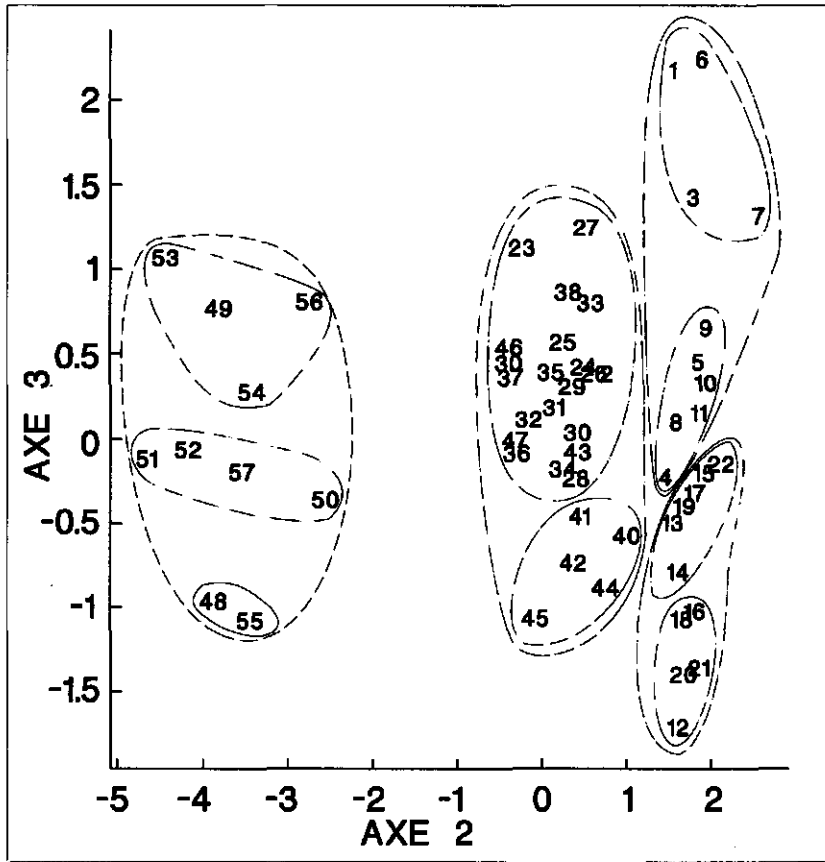


Figure 3.14 ACP - Axe 2 x Axe 3 valeurs moyennes par provenance (position des provenances). Noter les mêmes sous-groupes que ceux obtenues sur le dendrogramme (fig. 3.10)

avec la longueur de la gousse; la longueur du pédicelle avec le nombre de fruits; la hauteur totale avec le volume du fruit; la forme générale no. 3 et 5 avec la forme de la graine no. 3; la forme de l'apex de la gousse 3 avec la forme de la graine 6; la forme de la graine no. 3 et 5 avec la circonférence et la hauteur totale; la forme de graine no. 4 avec la circonférence; la forme générale no. 4 avec la volume de la graine; le ratio pulpe-graines et le poids de 100 graines; la forme générale no. 6 avec la longueur du pédicelle; la longueur de la graine avec le poids; longueur du pédicelle avec l'épaisseur du pédoncule, le nombre de fruits, le volume du fruit, le nombre de graines et le poids de la gousse; la longueur et la largeur de la gousse avec le poids de 100 graines; la longueur de la gousse avec ratio pulpe-graines; l'épaisseur du pédoncule avec le nombre de graines; enfin des corrélations entre certaines caractéristiques de l'arbre telles que celles mentionnées au Tchad.

### **Burkina: Ouest et Sud**

D'une manière générale les corrélations sont similaires à celles de l'ensemble du pays mais elles sont généralement plus fortes. Les spécificités suivantes peuvent être mentionnées:

### **Burkina Plateau Central et quelques populations du Niger**

Il ne semble pas avoir des corrélations particulières dans ce groupe par rapport à celles déjà décrites de l'ensemble du Burkina.

### **Groupe Nigérien (reste des populations regroupées entre elles)**

D'une manière générale les corrélations sont similaires à celles trouvées au Sud et à l'Ouest du Burkina avec cependant quelques particularités dont les suivantes: la forme de la graine no. 4 et 5 avec la longueur de la graine; la forme de la graine no. 1 avec la largeur de la graine; la forme générale no. 5 avec l'épaisseur de la gousse.

### **Niger: Saborijan, Nord-Est**

Les corrélations entre variables à l'intérieur de cette population nigérienne sont moins nombreuses dans l'ensemble et en général moins fortes. Il existe néanmoins certaines corrélations intéressantes et entre quelques variables de production fruitière dont: la forme de graine no. 5 avec l'épaisseur du pédoncule; la forme de la graine no. 2 avec le nombre de branches; la forme générale de gousse no. 5 avec le volume du fruit; la forme générale de la gousse no. 6 avec le poids de 100 graines; la circonférence de l'arbre, sa hauteur totale avec le poids de la gousse; la circonférence de l'arbre avec le nombre de graines; la circonférence de l'arbre avec la hauteur de la première branche.

### **Tchad: provenances proches de la Tandjile**

Il n'existe pas de corrélations particulières dans ce groupe par rapport à celui l'ensemble du pays. Il convient cependant de noter ce qui suit: la hauteur de la première branche avec le volume de la gousse; l'épaisseur du fruit et le nombre de fruits par pédoncule.

### **Tchad: Logone occidental (provenances plus au Sud)**

Les provenances qui sont situées plus au Sud de la zone de récolte, par rapport à celles proches de la Tandjilé se caractérisent par les corrélations suivantes (en plus des autres corrélations pour l'ensemble du Tchad: la forme générale no. 3 avec le volume de la graine; l'épaisseur du pédoncule avec le nombre de fruits; l'épaisseur du pédoncule avec le poids de la gousse; le volume de la graine avec le poids de 100 graines. Par contre, le poids de 100 graines est indépendant du volume de la gousse.

### **Tchad: Miré-Kindé**

Les corrélations particulières à l'intérieur de cette population sont les suivantes: les formes de la graine no. 1, 4 et 5 avec la largeur de la gousse; les formes de la graine no. 2, 5 avec l'épaisseur de la gousse; la forme de graine no. 3 avec l'épaisseur de la gousse; la forme de graine no. 5 avec le ratio pulpe-graines; l'épaisseur de la graine avec la largeur supérieure de la gousse; la longueur du pédicelle avec la longueur du pédoncule; la longueur du pédicelle liée à la forme de l'apex no. 2.

### **Tchad: Nangkassa**

Il ne se dégage pas de nombreuses corrélations très particulières en ce qui concerne les variables de production fruitières. Il existe cependant quelques corrélations entre la forme générale de la gousse no. 3 et la longueur du pédoncule.

L'analyse des corrélations fait ressortir qu'il n'est pas possible de mettre en évidence des corrélations utiles pour la sélection lorsque toutes les variables et les pays/groupes/zones sont confondus. Cependant, en distinguant, les provenances selon le gradient Nord-Sud et selon les pays il se dégage des corrélations intéressantes pour la sélection. L'examen de provenances individuelles ou leur regroupement (e.g. selon le gradient Nord-Sud dans un même pays) pourrait fournir des informations plus détaillées et applicables à la sélection.

### **3.4 Discussion**

L'étude biosystématique a permis de mettre en évidence que *P. biglobosa* est caractérisée par une importante variabilité intraspecificue, en grande partie maintenue au niveau intra-population (inter-descendance). La variation étudiée étant de nature phénotypique, elle peut être influencée aussi bien par des facteurs environnementaux, génétiques que humains. C'est pour cette raison que l'analyse et l'interprétation de nos résultats s'organisent et autour de ces trois importants aspects.

#### *3.4.1 Influence des facteurs environnementaux*

Le climat, notamment la pluviométrie, semble contribuer dans une certaine mesure, de différenciation inter-population et inter-pays observée chez *P. biglobosa*. De même, les sols semblent jouer un rôle important dans la différenciation inter-population et inter-pays notamment les caractères morphologiques des arbres (hauteurs circonférence, recouvrement....). La similarité existante entre les populations du Tchad et du Sénégal semble être en rapport avec des conditions pédologiques assez comparables dans les deux pays. En effet, les sols rencontrés généralement, dans les zones récoltées des deux pays, sont constitués en majorité de sols à sesquioxides, notamment des sols ferrugineux tropicaux non lessivés sur matériau argilo-sableux (ORSTOM, 1963).

Une variation inter-pays, de nature clinale, a été mise en évidence par Hopkins (1983). Cette variation morphologique des feuilles et des foliolules a été étudiée à partir de matériel d'herbier. Dans le cadre de nos recherches, nous avons conduit une étude similaire en pépinière, dans les conditions environnementales contrôlées et similaires pour toutes les provenances. Les résultats obtenus ont confirmé que la variation morphologique des foliolules de *P. biglobosa* se réalise de manière graduelle, du Tchad au Sénégal, les foliolules devenant de plus en plus petites selon de gradient Est-Ouest (De Haan, 1993). Cela suggère que les caractères morphologiques étudiés seraient fixés génétiquement. Il est probable qu'il en soit de même, pour les caractères liés à la production fruitière notamment ceux des gousses et des graines.

Le niveau de différenciation inter-pays est plus bas comparé à celui de la variation intra-population (tableau 3.5). Il est toutefois relativement important pour certains caractères. Il est possible que ce niveau de variation eut été plus bas si notre

échantillonnage avait été complet, c'est à dire si nous avons pu obtenir également des populations du Niger et de l'ouest du Mali.

Il aurait été intéressant d'étudier également la variation selon le gradient Nord-Sud. Les arbres présentent le long de ce gradient des caractéristiques morphologiques ainsi que des intensités d'utilisation différents. En effet, nos observations ont montré que les arbres de savanes étaient plus robustes et moins élancés que ceux en contact avec la forêt. Par ailleurs en savane, les peuplements reflètent profondément l'empreinte, de l'homme (chapitre 5.4). L'organisation et la structure de la diversité entre les populations pourraient se réaliser également de manière différente, probablement de manière graduelle.

Enfin, il serait intéressant à l'avenir de étudier la structure de la variation selon un gradient altudinal (Satabié, 1989) à partir de certaines populations du Caméroun et de la Guinée.

### 3.4.2 Influence des facteurs d'origine génétique

Les facteurs de reproduction jouent un rôle assez important dans l'organisation et la structure de la différenciation intra- et interpopulation.

- *variation interpopulation*: elle est assez faible (tableau 3.5). Cela semble indiquer que le flux de gènes entre les populations est assez élevé sur des distances assez importants. Une telle variation pouvait résulter en partie de l'action de pollinisateurs volants robustes notamment les chauves-souris; ces vecteurs peuvent assurer des mouvements de pollen entre les populations distantes les unes des autres, pouvant atteindre de 60 à 100 km (Faegri et van der Pijl, 1979).

Hamrick (1994) précise que la diversité génétique entre les populations des arbres tropicaux (y compris de légumineuses), en grande partie pollinisée par les animaux, notamment les chauves-souris, est généralement faible dû à flux et brassage de gènes importants entre les populations.

Malgré tout, cette variation est notable dans la mesure où les analyses en composantes principales et les analyses de regroupements ont fait ressortir un certain niveau de différenciation entre les populations étudiées.

Il semble cependant que les flux de gènes se réalisent surtout entre populations situées dans la même zone. D'où les regroupements sous-régionaux intra-pays obtenus à partir des analyses de composantes principales (tableau 3.17).

- *variation intra-populations* (inter-descendances): elle est assez importante et pourrait représenter la principale source de sélection pour la conservation et l'amélioration génétique. Il serait intéressant de connaître à l'avenir, la manière dont la variation se structure à l'intérieur des populations, et ceci avec l'aide des marqueurs génétiques. En attendant ces résultats, il convient de dire que les généralisations de Hamrick (1994) à partir de la littérature mentionnent que la plupart des espèces ayant les caractéristiques similaires à ceux de *P. biglobosa*, maintiennent une grande partie de leur diversité au niveau intra-population (Brown, 1978; Loveless et Hamrick, 1984; Hamrick *et al.*, 1991; Bawa, 1993). En ce qui concerne *P. biglobosa*, nos résultats montrent que les mouvements des agents pollinisateurs favorisent l'allofécondation (chapitre 5.3). Cependant, le faible rayon d'action des pollinisateurs, notamment des abeilles, limite les flux géniques au sein de la population. Ceci contribue dans une certaine mesure à l'appa-

rition de cercles de consanguinité et par conséquent une certaine structuration de la variabilité au sein de la provenance.

- *variation intra-arbre*: elle est également assez importante pour l'ensemble des caractères étudiés. Elle pourrait être liée aux différentes stratégies de l'arbre pour assurer sa survie par le maintien d'un bon niveau d'hétérogénéité interne. En outre cette variation est fortement liée à la position des parties ou organes mesurés dans l'arbre. En effet elle dépend de la position de la grappe dans l'arbre, de la position et du nombre de pédoncules, de la position et du nombre de graines dans la gousse. Pour ce dernier caractère Ladipo *et al.*(1990) signale une variation de la taille et du pouvoir germinatif des graines en fonction de leur position dans la gousse.

### **3.5 Impacts humains sur l'organisation et la structure de la diversité chez *Parkia biglobosa***

En raison de l'origine anthropophile de *P. biglobosa*, les pratiques humaines ont eu des impacts considérables sur la dynamique de la diversité génétique de l'espèce. Nous avons, au chapitre 4, décrit, évalué et analysé l'importance et les conséquences de ces interventions humaines sur la production et la conservation des ressources génétiques de *P. biglobosa*.

Les différentes sociétés humaines (groupes ethniques), manifestent des intérêts et des comportements variables par rapport à l'espèce. Dans certaines régions, l'espèce est fortement valorisée ce qui se traduit par la mise en place et l'entretien de parcs de néré dans une perspective de diversification de la production agricole.

L'impact de ces pratiques humaines sur la diversité peut être analysé à différents niveaux à savoir intra-, interpopulation et inter-pays.

#### **- Niveau intra-population (inter-descendants)**

Les paysans jouent un rôle capital dans l'installation et le développement de nouveaux peuplements de néré. Leur action consiste à disperser de manière inconsciente ou à réaliser des semis de graines de néré dans leurs champs. Pour ce faire, les paysans orientent leur choix vers des individus reconnus performants et très appréciés pour un certain nombre de caractéristiques déterminés.

Il semble donc que la structure de la variation à l'intérieur d'une population donnée serait fonction de son origine et son histoire (l'évolution dans le temps dans l'espace). Selon nos observations, chaque population étudiée est en fait formée d'un certain nombre de sous-populations, c'est-à-dire des groupes d'arbres maintenus par des paysans dans des champs bien individualisés. Un même paysan peut avoir un ou plusieurs champs. Cependant, les graines utilisées pour les semis peuvent provenir en premier lieu de ses propres semences ou secondairement de ceux d'autres paysans. Il y a donc un transfert dynamique de graines d'un champ à un autre en fonction des critères de sélection (les préférences) des paysans. Les pratiques paysannes contribueraient ainsi à les paysans aient maintenir une certaine hétérogénéité dans la population. Une telle diversité est pour assurer des produits variés ainsi qu'une sécurité en cas d'aléas et de catastrophe (résistance à la sécheresse, aux attaques des insectes, aux maladies...).

Les impacts des pratiques humaines sur la structure de la diversité inter-descendants sont donc importants. Les pressions de sélection semblent produire au

départ un certain niveau de diversité inter-descendance qui est assez importante. Cette diversité serait maintenue, brassée et progressivement enrichie grâce aux sélections successives et multiples. En plus du rôle des paysans, s'ajoutent ceux des agents pollinisateurs qui favoriseraient l'allofécondation et par conséquent une hétérogénéité d'où une cette dynamique dans la population. L'étude de la structure de la diversité génétique par les marqueurs génétiques devrait permettre d'obtenir des informations complètes et détaillées, fort utiles (Hamrick et Godt, 1979).

#### - Niveau inter-population

L'analyse des comportements sociaux et culturels ainsi que des besoins économiques (chapitre 4) a révélé que des échanges importants et réguliers de matériel végétal seraient possibles entre certains peuplements situés dans la même zone. Il semble probable que des paysans de la même ethnie et habitant dans la même zone échangent régulièrement des graines. Il y a aussi les transferts de graines à la suite des mouvements migratoires des populations, d'une zone donnée vers une autre plus propice. Les mouvements de matériel végétal entre zones géographiques distantes les unes des autres sont également possible, par le biais des transactions commerciales et des activités culturelles (chapitre 4). Il convient cependant de noter que leur impact est limité, dans la mesure où la plupart de ces graines sont plutôt destinées à la transformation en condiment pour la consommation humaine, et non pas la régénération.

#### - Niveau inter-pays

Des déplacements importants de populations dans la zone concernée par notre étude, auraient pu également contribuer à un brassage certain génétique. Ainsi les relations parentales très anciennes entre les populations du nord Ghana (Dagomba) et ceux du Burkina (Mossi) auraient pu également entraîner des mouvements de matériel végétal. Il en est de même des populations gourmantché au Burkina et au Bénin; des mouvements à l'intérieur du groupe mandingue, c'est-à-dire entre le Burkina, le Mali et la Côte d'Ivoire (Dioula, Malinké, Sénéfo,...).

La légende mentionne des transports importants de pulpe et graines de néré par les armées de Samory Touré en 19<sup>me</sup> siècle pour servir de nourriture au cours de leurs conquêtes en Afrique de l'Ouest. Les peuplements de néré de Noumoudara (au Burkina) sont encore aujourd'hui un témoignage vivant, situé à l'emplacement précis où le camp des guerriers de Samory avait été établi dans cette localité. Il est possible que plusieurs exemples de ce type existent.

La construction de la voie ferrée Abidjan-Ouagadougou aurait également favorisé des brassages considérables de matériel végétal (chapitre 4). Tout ceci, souligne l'importance des brassages génétiques inter-populations et inter-pays et par conséquent une variation relativement faible.

Il serait intéressant à l'avenir d'étudier avec plus de détails l'organisation et la structure de la diversité génétique en fonction du comportement des différentes ethnies.

#### - Niveau nord-sud

Les caractéristiques morphologiques et les conditions écologiques de développement et de croissance des populations de savanes (au nord) de l'aire de répartition (jusqu'à 850 mm) des zones de forêt sèche (au delà de 850 mm) suggèrent également une

organisation différente de la diversité, sous l'effet combiné du climat et des pressions de sélection humaine.

Selon Satabié (1989), *P. biglobosa* se seraient formée originellement à partir de fragmentations des populations australes ancestrales durant les manifestations orogéniques, accompagnées de fluctuations climatiques et des migrations de flores. Les caractéristiques morphologiques des arbres de savane seraient donc le résultat de l'impact combiné des conditions écologiques et des pressions de sélection humains. Par conséquent, un rétrécissement de la base génétique sous l'effet des sélections successives est probable (Brown, 1990).

### **3.6 Implications sur les stratégies de sélection et de conservation des ressources génétiques de *Parkia biglobosa***

Nos travaux nous ont permis de rassembler des informations sur les niveaux et la structure de la diversité morphologique de *P. biglobosa* en Afrique de l'ouest. Ces résultats concordent bien dans l'ensemble avec les généralisations de la littérature concernant la diversité génétique d'autres espèces ligneuses tropicales présentant des caractéristiques écologiques et biologiques comparables. Sur la base de nos connaissances actuelles sur la diversité morphologique et génétique de *P. biglobosa* et d'autres espèces, il nous est possible de proposer des stratégies de sélection appropriées pour l'espèce.

En combinant la variation interne et individuelle existantes, 80 à 90% de la variation totale peut être piégée à l'intérieur d'une seule population. Cela revient à dire qu'en développant un programme de sélection au niveau des pays concernés, il suffirait de retenir quelques populations bien échantillonnées et y sélectionner un grand nombre d'individus pour obtenir une bonne représentation de la diversité. De plus, ces populations seraient adaptées aux conditions locales. Selon Hamrick (1994), du fait que plus de 80% de la diversité génétique totale pourrait résider dans une seule population, 5 populations stratégiquement bien placées à travers l'aire de répartition régionale devraient suffire à maintenir 99% de la diversité génétique existante. Pour ce faire, les résultats des tests de comparaison des moyennes (par exemple tableau 3.9) pourraient être utiles, en particulier pour orienter la sélection (par exemple) vers un pays donné ou les valeurs moyennes des populations pour un caractère donné se révéleraient supérieures).

L'absence ou la faible régénération dans la partie méridionale de l'aire de répartition constitue une menace actuelle pour la conservation de l'intégrité du pool génétique de certains allèles rares. Un grand nombre d'individus devrait y être échantillonné de manière à conserver certains caractères de variation peu communs et localisés (dans les périphéries de l'aire). Pour la suite des recherches, il est prévu d'utiliser des marqueurs biochimiques pour étudier la variation génétique aussi bien à l'intérieur qu'entre les populations (Sina, 1994; Buitelaar, 1994). Selon Brown (1990), Millar et Westfall (1992), l'avantage des isoenzymes réside dans leur coût moindre ainsi que dans le fait qu'ils permettent une étude rapide et directe du génome. De ce fait, les isoenzymes sont tout-à-fait adaptés pour examiner la variation génétique au niveau population, sous-espèces et espèces et permettent par ailleurs d'étudier le système de reproduction, les différenciations locales ainsi que l'hybridation (Brown, 1978, 1990;



Brown *et al.*, 1989).

Si à l'avenir, des informations additionnelles venaient à indiquer une plus grande hétérogénéité entre les populations, cela indiquerait qu'une plus grande attention devrait être accordée de manière à capturer un niveau adéquat de diversité génétique, et cela en sélectionnant davantage de populations et d'individus répartis dans l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce. Un tel schéma d'échantillonnage devrait permettre dans ce cas d'assurer la survie et l'évolution dynamique de l'espèce. Par conséquent les études en cours sur la diversité génétique de *P. biglobosa* à l'aide des marqueurs génétiques devraient nous permettre d'avoir des informations spécifiques et précises. Elles devront contribuer à compléter et donc à renforcer davantage la base scientifique de nos connaissances, afin de proposer des stratégies efficaces de conservation des ressources génétiques de *P. biglobosa*, dans une perspective de développement, au profit des générations actuelles et futures.

#### IV. Aspects socio-économiques et culturels de *Parkia biglobosa*

*Parkia biglobosa* est avant tout un arbre social. Il existe tout un savoir et un savoir-faire traditionnel qui s'est forgé à travers cet arbre depuis des générations. Le développement des parcs de Néré n'est possible sans cet important capital traditionnel. En retour la présence de cet arbre dans le terroir du village permet de conserver, de maintenir et de développer le patrimoine culturel traditionnel. La prise en considération du savoir traditionnel permet également de proposer des méthodes et des techniques appropriées d'aménagement de peuplements et d'arbres par les populations locales. L'intégration, des facteurs socio-économiques et culturels et leur liaison avec les aspects écologiques, biologiques et génétiques devraient permettre meilleure connaissance de l'espèce et d'identifier les possibilités et contraintes liés à la conservation, à l'amélioration, à l'aménagement et à l'utilisation de l'espèce.

#### 4 ETUDE ETHNOBOTANIQUE DE *Parkia biglobosa* EN AFRIQUE DE L'OUEST

##### 4.1 Introduction

*Parkia biglobosa* (Nété ou Néré) est une espèce agroforestière des zones soudaniennes d'Afrique Occidentale et Centrale. Le Néré est considéré comme l'arbre des champs par excellence, très utile au paysan en raison des fonctions multiples qu'il remplit au bénéfice des populations locales. Cette importance du Néré dans la vie du paysan lui vaut son intégration complète, depuis des temps reculés, dans le système de production agro-sylvo-pastoral.

Le parc à Néré doit son existence et sa physionomie à l'intervention de l'homme. C'est ce dernier qui disperse consciemment ou non les graines. C'est encore l'homme qui épargne les jeunes pousses, les protège et pratique sur les arbres des traitements sylvicoles appropriés garantissant non seulement leur survie mais aussi leur bonne production. Ce sont donc les pratiques humaines qui, depuis des millénaires, ont construit, façonné et modélé les parcs arborés, dont ceux de Néré. Si l'existence et les caractéristiques des parcs de Néré sont liées aux soins que l'homme leur apporte, réciproquement les Nérés procurent en retour à l'homme d'immenses biens et services. En effet, toutes les parties de cet arbre nourricier sont mises à profit pour plusieurs usages: les graines, la pulpe, l'exocarpe des gousses, les écorces du tronc, les feuilles et les racines sont largement utilisés.

Ainsi, ces arbres, lorsqu'ils sont présents dans les champs, portent une riche signification; ces parcs constituent un indicateur intéressant d'agro-systèmes (Seignobos, 1991). La végétation anthropique sélectionnée a donc été intentionnellement établie pour répondre à des besoins locaux, des stratégies de production et des systèmes de sécurité et de survie des populations ainsi que pour remplir des fonctions spirituelles importantes.

En outre, les droits et les règles qui régissent la vie des populations s'appliquent également au Néré. En effet, ces arbres se donnent, se partagent, s'héritent, se transmettent. Ils constituent de riches symboles, souvent représentés lors des circonstances ou des événements qui jalonnent et marquent la vie de l'homme dans la société, en particulier la naissance, le baptême, l'initiation, les fiançailles, le mariage, le décès, le partage de l'héritage, etc. En raison de la place centrale qu'il occupe dans la

société, le néré apparaît surtout et avant tout comme un arbre social. Il est vénéré et respecté par la plupart des sociétés traditionnelles des zones soudaniennes. Dans un tel contexte, il est possible que les pratiques sociales aient contribué et de façon dynamique dans le temps et dans l'espace à la production des ressources agroforestières. Il s'agit notamment des modes de sélection traditionnelles des coutumes et de l'importance accordée au Néré dans les systèmes agraires. Par conséquent, l'homme aurait influencé de manière significative le niveau et l'organisation de la diversité génétique dans toute l'aire de distribution de l'espèce. C'est pour cette raison que nos travaux, qui portent sur la collecte de matériel végétal, la sélection, la conservation et l'amélioration, intègrent également les facteurs socio-économiques et culturels.

Le but final de l'étude est de s'imprégner du savoir paysan ancestral afin de mieux connaître l'importance de cet arbre-ressource pour les populations, les différentes utilisations, les techniques locales de production et de protection, ainsi que la place, le rôle et les fonctions que ces arbres pourraient remplir dans le futur.

S'il est vrai que dans la littérature des informations partielles peuvent être obtenues, force est de constater que la question n'a cependant pas été étudiée de manière approfondie et méritait donc qu'une attention particulière lui soit consacrée dans le cadre de nos recherches.

## **4.2 Matériel et méthodes**

### **4.2.1 La zone et les périodes d'étude**

Ces informations ont été recueillies dans plusieurs pays en Afrique de l'Ouest au cours des missions de récolte de matériel végétal. Ces missions ont été organisées à des périodes différentes et selon les durées suivantes:

- Burkina Faso (de 1989 à 1991);
- Côte d'Ivoire (20 au 27/03/90);
- Mali (du 1/05 au 1/06/89);
- Sénégal (20/04 au 1/06/90);
- Togo (1/09/91 au 1/10/91)
- Bénin (du 20 au 22/03/91);
- Cameroun (10/05 au 18/06/90);
- Niger (12/05 au 18/06/90);
- Tchad (14/05 au 14/06/90);

Au Burkina Faso en particulier, des investigations détaillées ont été réalisées auprès des divers groupes ethniques et linguistiques de 1990 à 1991, pour une durée totale sur le terrain de 14 semaines répartie comme suit:

- une semaine en juin 1990 dans la province du Passoré (Mossi)
- une semaine en juillet 1990 dans la province du Gourma (Gourmantché)
- deux semaines en mai 1991 dans les provinces du Houet et de la Comoé (Toussian, Turka, Goin)
- une semaine en juin 1991 dans la province du Kéné Dougou (Sénufo)
- une semaine en juin 1991 dans la province du Nahouri (Kassena)
- deux semaines en juin/juillet 1991 dans la province du Poni (Lobi)
- une semaine en juillet 1991 dans la province de la Sissili (Nounouma, Sissala)
- quatre semaines en juillet 1991 dans les provinces du Ganzourgou, Kouritenga, Sanmantenga et Passoré (Mossi)

- une semaine en juillet 1991 dans la province du Boulgou (Bissa).

La figure 4.1 présente la zone de l'étude ethnobotanique en Afrique occidentale et centrale tandis que les figures 4.2 et 4.3 présentent respectivement l'organisation administrative du Burkina Faso ainsi que les principaux groupes ethniques et linguistiques où l'étude a été réalisée.

A l'exception du Burkina, les données recueillies sur le terrain ont été complétées à partir de la littérature existante mais surtout auprès de la banque de données PHARMEL de l'Agence de Coopération Culturelle et Technique, Université Libre de Bruxelles, Belgique (ACCT, 1988) et de celle de MEGA-TCHAD de l'Office de Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer, Paris, France.

#### 4.2.2 L'approche

Une approche bi-directionnelle a été utilisée pour recueillir le savoir et le savoir-faire locaux ou populaires (Bergeret, 1990, Bahuchet, 1991).

**. Le Néré tel que perçu de l'intérieur du terroir villageois par les paysans eux-mêmes:** il s'est agi, par les enquêtes de terrain, de recueillir le savoir populaire sur cet arbre, la perception qu'ont les paysans de cet arbre à dimensions multiples ainsi que la connaissance millénaire qu'ils ont de ces différentes parties et éléments. Pour ce faire une fiche d'enquête détaillée a été préparée à cet effet. Il s'agit en fait de révéler un savoir spécifique sur le Néré mais qui est en réalité lié à un ensemble de croyances, de visions et de manières dont les populations locales conçoivent et se représentent le monde et l'univers. Cette approche ethnobotanique permet aussi de révéler les motivations intérieures et profondes qui sous-tendent la conservation, la régénération et l'utilisation de cet arbre.

**. Le Néré tel que perçu, représenté et analysé par la plupart des intervenants extérieurs à la communauté villageoise:** administration, technicien, scientifique, etc. Par les enquêtes et des études de laboratoires, on a cherché à connaître et à comprendre les pratiques et les techniques de gestion des arbres et des peuplements, la régénération de l'espèce, le mode de conservation des peuplements ainsi que tout le système de transformation, de commercialisation, d'utilisation et de consommation des produits de *Parkia biglobosa*. En particulier, les enquêtes ont permis de mettre en évidence les critères de sélection des Nérés adoptés par les populations locales. Ce savoir est particulièrement utile pour l'amélioration de la qualité génétique du matériel végétal. En effet, ces critères se sont forgés au long de siècles d'insertions humaines dans des environnements spécifiques. Chaque communauté locale connaît mieux les nérés qui sont présents sur son terroir. Ce sont en effet les paysans qui les sélectionnent, en fonction de leur adaptation au milieu et de leur qualité intrinsèque (quantité/qualité des arbres, gousses, graines, pulpe, etc...).

Ces données ont été analysées en vue d'interpréter les attitudes, les croyances, les pratiques et les techniques utilisées par les paysans dans la gestion de cette ressource. A ce niveau, cette étude ethnobotanique a revêtu un caractère multidisciplinaire dans la mesure où nous avons pris contact, discuté et analysé nos données avec des biologistes, des botanistes, des sociologues, des linguistes, des anthropologues, des écologistes, des économistes, des médecins, des pharmaciens, des agronomes et des forestiers.

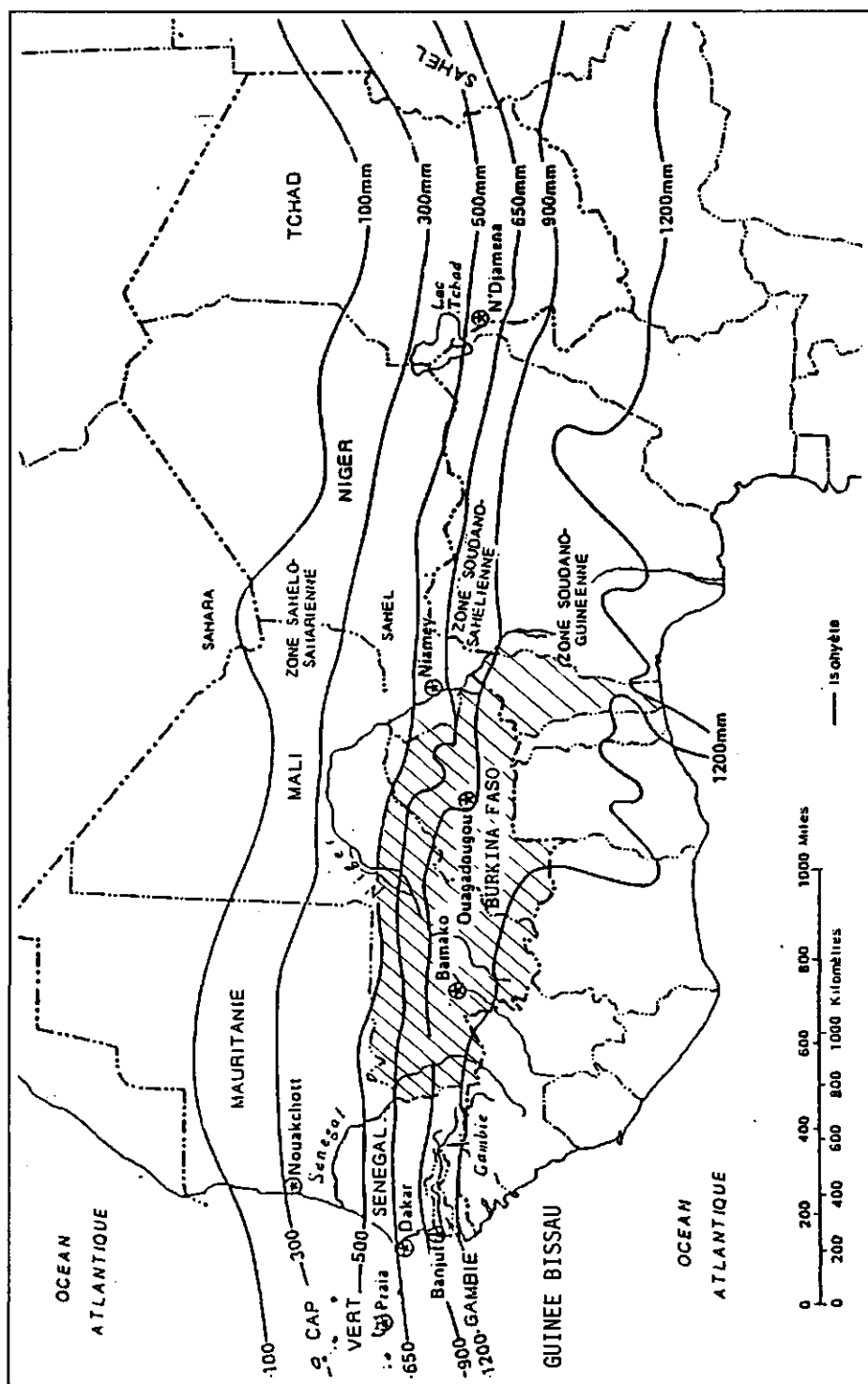


Figure 4.1 Zone d'étude ethnobotanique en Afrique occidentale et centrale. Les informations bibliographiques obtenues à partir de diverses sources concernant l'Afrique occidentale. Des investigations détaillées ont été réalisées par nos soins surtout au Burkina Faso, mais aussi en collaboration au Bénin et au Mali (source: Jeune Afrique, 1993; CILSS/Club du Sahel/P.A. CILSS, 1984).

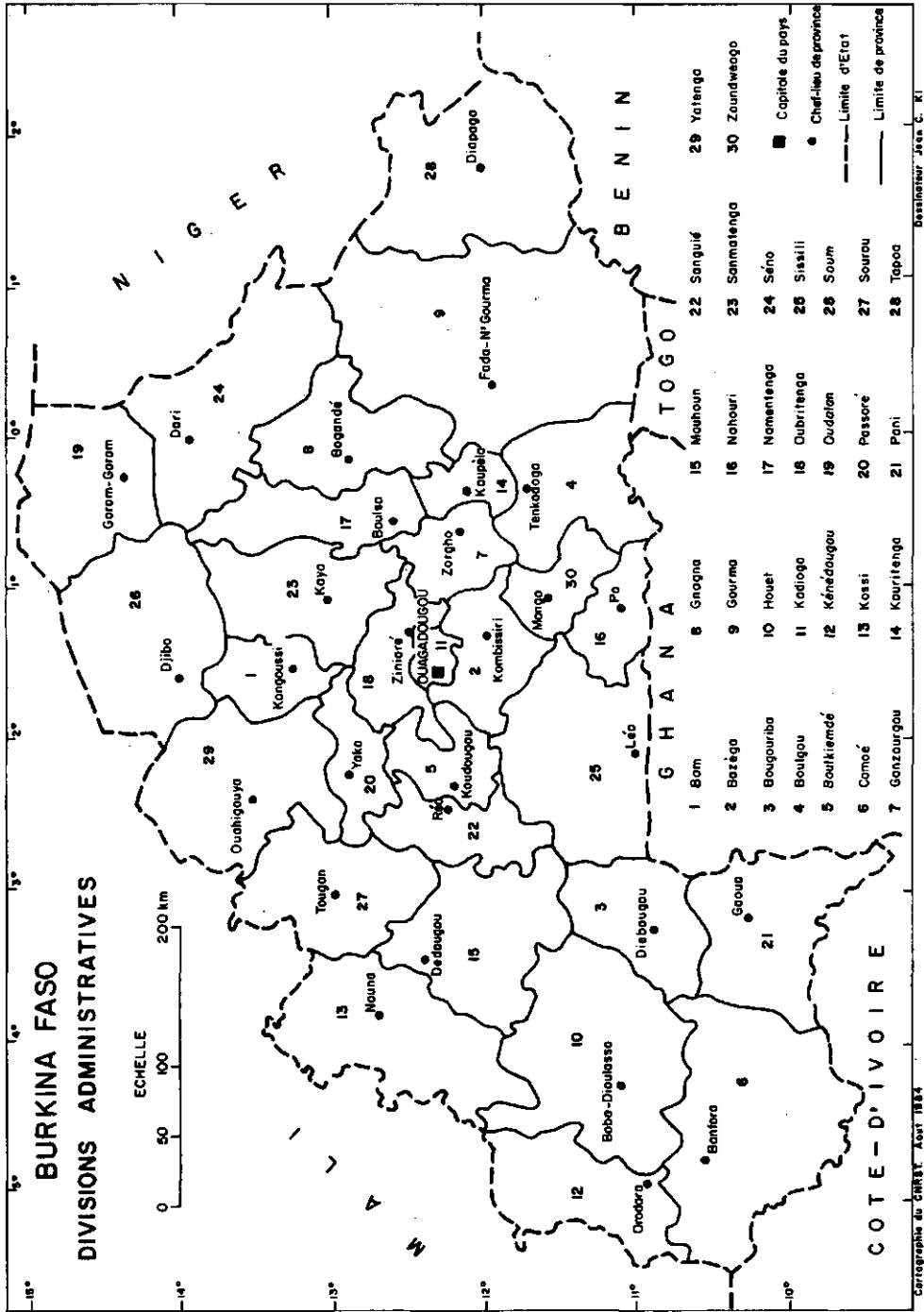


Figure 4.2 Organisation administrative du Burkina Faso (source: IGB 1987).



## 4.3 Résultats

### 4.3.1 Le Néré dans les diverses langues et/ou dialectes

Dans les différents pays, le Néré est sans conteste l'arbre aux "mille et une vertus". Dans la province du Kéné Dougou, au Burkina Faso, il est appelé "l'Arbre Roi". Du reste dans la plupart des autres provinces du Burkina Faso (Nahouri, Sissili), le nom attribué à cette espèce ne signifie-t-il pas "Aide" et "Amour".

La liste des noms ci-dessous révèle une diversité lexicale importante mais en général ces noms rappellent soit l'importance de l'arbre pour les populations ou le goût sucré de son fruit.

Le nom vernaculaire est le nom donné à l'arbre dans les langues locales et/ou dialectes. Dans certains cas, ces noms ont été écrits en français, tandis que lorsqu'il est possible, l'orthographe phonétique a été utilisée. Au Burkina Faso, en plus du nom vernaculaire de l'arbre, sont mentionnés ceux du fruit, de la farine, de la pulpe, des graines et du condiment produit à la suite de la fermentation des graines.

### 4.3.2 Légende populaire et la place du Néré dans les rites et coutumes

#### - Anecdotes, légendes et proverbes

Les légendes, anecdotes et proverbes constituent une base de connaissances qui servent pour protéger l'espèce et la valoriser par les populations. Elles sont transmises d'une génération à une autre et enrichie grâce à l'existence de l'arbre.

La gestion des parcs de Néré a fait l'objet d'interdits, d'anecdotes, de croyances dans les différents pays concernés. Au Burkina Faso, d'une manière générale, l'espèce est traditionnellement bien protégée; en effet, dans certaines régions la tradition interdit d'abattre un Néré, même dans son propre champ, sans raison valable et autorisation préalable du chef de terre ou du village. Les contrevenants s'exposent à des sanctions sévères qui peuvent consister dans les cas extrêmes à l'expropriation du champ de culture dans le cas où le paysan n'aurait que l'usufruit de la terre qui lui est affectée par la communauté villageoise. Cependant, les anecdotes, les proverbes et les croyances sont spécifiques à chaque région du Burkina Faso.

Dans le Kéné Dougou au Burkina Faso, la récolte de Néré est interdite le vendredi qui est considéré comme un jour sacré pour les ancêtres. Par ailleurs, le bois n'est pas utilisé comme bois de feu car pouvant attirer la foudre.

Dans la province du Nahouri au Burkina Faso, les Kassena ont consacré à cet arbre plusieurs anecdotes. On raconte par exemple qu'il est plus facile de solliciter la fille (fruits) du Karité (*Vitellaria paradoxa*) que celle du Néré.

Dans la province de la Sissili, les Nounouma illustrent l'importance de l'arbre en disant que "l'amour du Néré pour ses enfants (fruits) est aussi grand que l'est celui d'une mère pour ses enfants". Autrement dit, récolter du Néré n'est pas sans danger car l'arbre protège bien ses enfants. En effet, les branches sont facilement cassantes et les chutes sont fréquentes.

Pour expliquer certaines particularités de l'arbre, on raconte, toujours en pays gourounsi, qu'autrefois, de tous les arbres de la brousse, le Néré était investi du pouvoir de chef de terre. Il était si différent des autres arbres que le "Dieu de la brousse" lui



aurait retiré la faculté de produire après le passage d'un feu de brousse.

Par ailleurs, on explique que l'homme aime la compagnie du Néré; c'est la raison pour laquelle l'espèce ne se rencontre que là où vit et travaille l'homme. Ainsi la présence des pieds de Néré, indique la proximité d'un village.

Dans la province du Gourma au Burkina Faso, les Gourmantché conseillent de ne pas se disputer à cause du Néré, car l'arbre pourrait désormais refuser de produire d'une année à l'autre.

Dans la province du Sanmentenga au Burkina Faso, les Mossi conseillent de ne pas brûler le bois de Néré à proximité de *Lagenaria siceraria* (Calebassier) car la fumée dégagée rendrait improductif ce dernier. Dans la pratique, cela revient à ne pas utiliser du bois de Néré, le calebassier se trouvant presque toujours à proximité de la cuisine.

Au Togo, chez les Gourma et Moba, il n'est pas autorisé à une femme enceinte de brûler du bois de Néré en cuisine au risque de provoquer un malheur à l'enfant.

Dans la province du Kouritenga au Burkina Faso, la croyance établit qu'une branche de néré qui se casserait toute seule, sans intervention de l'homme, est en fait un mauvais présage qui annoncerait un décès imminent dans le village. Ainsi, ce serait l'âme du défunt qui, en voulant s'abriter dans le Néré, aurait provoqué la cassure d'une de ses branches.

Dans le Passoré au Burkina Faso, une anecdote explique la faible compatibilité des cultures sous *P. biglobosa* par le fait que "l'arbre qui est déjà très apprécié pour avoir la particularité d'offrir à l'homme ses fruits comestibles et utiles, ne veut pas en offrir à l'homme davantage au risque de réduire la popularité et l'estime de *Faidherbia albida* (diversification des services rendus à l'homme)".

Au Burkina Faso, au Niger comme au Togo, plusieurs villages, villes et même de grandes ethnies sont identifiés à *P. biglobosa*. C'est le cas de la ville de Dosso au Niger et de l'ethnie Watsi dans la préfecture de Vo (ex Vogon) au Togo. Selon la légende, les Ewe en déplacement de Notsé (100 km de Lomé) auraient pris refuge sous un *Parkia biglobosa* (watsi) qui est devenu leur lieu de résidence définitif. Le nom vernaculaire de *P. biglobosa* en éwe est éwatsi. A cause des déformations d'appellation d'un milieu à un autre, Ewabi est devenu watsi tout court, d'où le nom de l'ethnie jusqu'à nos jours (Ouédraogo et Djagba, 1991).

#### - Le Néré dans les rites et les coutumes

Le Néré apparaît dans les sociétés étudiées comme étant un symbole de paix, de l'harmonie de la vie sociale et du bien être des communautés citées ci-dessous en exemple.

Le Néré intervient dans tous les rituels qui marquent les différentes étapes de la vie d'un individu dans la société. En effet, le soumbala qui est le principal produit transformé à partir des graines de néré, est utilisé comme condiment (ingrédient) dans la préparation des repas pour toutes les cérémonies coutumières. En outre, les produits de cet arbre sont représentés lors des cérémonies marquant la naissance, le baptême, l'initiation, l'excision, le mariage, les réjouissances populaires des récoltes, les funérailles, le partage de l'héritage, etc. Ceci témoigne des relations étroites et profondes qui sont établies et développées entre l'homme et cet arbre comme l'attestent les quelques exemples ci-dessous:

Tableau 4.1 Noms vernaculaires de *P. biglobosa* dans les diverses langues du Burkina Faso

DIALECTE LANGUE	ARBRE	FRUIT	PULPE	GRAINE	CONDIMENT
Bisa	karé kar	Karni, kargni	Karpougou kargnissi	Karyéri, karya	Kôlo Koundou
Bobo (vôre) Bobo	nyi nii	kye nii	nyoufoua niifogo	kyè	troua toro
Bwamu	doomou damu, douo	do n'loré don'do	do n'do	niè, nia	poro, pouo
Dagara	dootiè	duo	duozon	dozoun duobir	kal
Dioula	Néréyiri	Né è	Néréougou	Néréden	Soumbala
Fulfulde	lekinare	naré	tjoni nare	soukourouni	touhourï
Gan	nomba	nonsè	non mougou	tobio	
Gouin	bwo n'gou	bwo bélé	bwodjoumou	tjo n'belé	tjoro
Gourmantché	odobu budubu	tidububu, dubu, tiduudi	miduyoma duyoma, duru	ijunoi, dubila, yuoni	tuyoni
Kassena	soungou sanou sonou	siam sonou	soumou	tchzouan	tchzoua
Lobiri	duon, doo	duon	doomouperé doomiin	dinan	dér
Nounouma	sanwon	swan	soumou	kian	tchzoua
Mooré	doaaga roaaga	roondo	ronzom	ronbissi	kalogo
Samo	ney	azin	neefa	akoumou	soum
Scnufo	neziguc	ndere	nimbilé	sissegue	sisser
Siamou	huin	huin sem	huin wo	huin gwar	nièra
Toussian	niebè	niesegebana	nieseфлекé	niemou	niogoré

Sources: Bonkougou, G.E., 1987; Fernandez de la Pradilla, C.P.B., 1981; Fernandez de la Pradilla, P.B. 1982; Ouédraogo, A.S. et J. Boussim, 1991; Ouédraogo, A.S. et O.T. Dibloni, 1991; Ouédraogo, A.S. et A.A. Maïga, 1990; Ouédraogo, A.S. et M. Ouédraogo, 1991; Ouédraogo, A.S. et Y. Ouédraogo, 1991; Ouédraogo, A.S. et B. Soulama, 1991a; Ouédraogo, A.S. et B. Soulama, 1991b; Ouédraogo A.S. et B. Yao, 1991a; Ouédraogo A.S. et B. Yao, 1991b.

Tableau 4.2 Noms vernaculaires de l'arbre dans les diverses langues de quelques pays en Afrique occidentale et centrale

NUMERO	PAYS	LANGUE OU DIALECTE	NOM ET SYNONYMES
1	BENIN	bariba ditam mari fon foun takamba waana	chlentetebou onroudorou wendorou menarounyim adakanyi akakanyi tchenrentchere zéouou tchrètiréné chéchébou
2	CAMEROUN	fulfulde gidar-kade gizida gwendele hausa lame lele mada mada mafa masa mofonord (Duvangar) mofosud (Gudur) mora mouktele mouyang ouldemé parkwa-podoko podoko sar zulgo	narechi, nuumuhi hàlén lilùw, lilouwoum lewir dorowa izi tili à l'àhad olaba rewa djidde lùvâr hârâd agadra, manara lewere dazalga lewir lureh lewere mâtâ, tûùlù mate lùwar, bizem, mavsdeh
3	CENTRE-AFRIQUE	karé	ndirléré
4	COTE-D'IVOIRE	baoulé malinké	kpalé, kparalè nèrè
5	GHANA	bemoka (nord) dagt mossi	du dua duaga
6	MALI	bambara	nèrè

7	NIGER	ber beri fulfulde hausa zarma	dorowa nareehi dorowa, dorowa doso, dosso, lutunya
8	NIGERIA	abuan adamawa awara awkra & On (ibo) babur/bura bénin  boki bole efik fulfulde gbari hausa ibo kan kanuri kare kare kuk marghi ngamo ngizim nsokpo ow. shuwa tivi waba yoruba	ogbokowo nuunuhi, nuunuje oberiba ogirili-okpi nona ugbore, berekoko oberekoko kapaja, kakpaja mocci été-edi-udu narechi, narecje lehi, ullo dorawa ogirili-igala runo runo matachi ugba nannah me'echi rùwànu ugba akwuko, akwo-wo moto, maito nune alhum igba, irugba-abata, aridan-abata
9	SENEGAL	bambara diola mandingue none senefou sérère wolof	nèrè enokay neté yil naingue tchique seou oul, houlle, ouli

10	TCHAD	bidiya (est) fulbe garbi kemde gargi kwong marba masa goumaye nantchere sara-doba sara goulaye sara laka sara ngambaye tupuri	àrànidya narehi, narshi tulu telinye somborke adjidjika djida, djiina, jijnà teul, tel mate mate mate mate liw, liou
11	TOGO	ana akébou akpasso bassar basser ewe gourma kabiye kotokoli lamba losso mina moba tem tsékossi watsi	igba alèta oulatchou toudoul buto woti, watsi, ewatsi oudoub solu soté slou dobé woti, ewatsi doug solu n'déré-baka watsi

Sources: Les numéros entre parenthèses correspondent au n° d'ordre des pays ci-dessus.

(1) ACCT, 1989; (2) Barreteau D., C. Seignobos et H. Tourneux, 1991; Beck, 1991; Colombel, V. de, 1991; Dury, 1991; Hagos, T.H., 1962; (3) Alio, K. 1991; (4) Adjanooun et L. Aké Assi, 1979; Aubréville, 1959; (5) Dalziel, J.M., 1937; (6) ACCT, 1986; (7) Peyre de Fabregue B., 1979; (8) Keay, R.W.J., 1989; Blazek, V., 1979; Garba A., 1991; Okpala, 1989; (9) Kherharo, J. et J.G. Adam, 1974; (10) ACCT, 1989; Ouédraogo et Djagba, 1991; Garinc, 1991; Jungraithmayr, 1991)

- **Accouchement/naissance:** à la naissance, lorsque le nouveau né ne donne pas signe de vie, les accoucheuses utilisent un petit fouet confectionné à partir de **feuilles de Néré** pour le réanimer;
- **Baptême:** les repas préparés à cette occasion doivent être nécessairement assaisonnés de **soumbala**;
- **Fiançailles et mariages:** le **soumbala** représente avec le sel, les éléments symboliques les plus importants de la dot. En effet, chez les Mossi, offrir du Soumbala aux parents d'une jeune fille, pourrait signifier dans certaines conditions, que l'on désire obtenir la main de leur fille (accord pour les fiançailles);
- **Initiation et excision:** chez les Gourounsi de la Sissili et du Nahouri et en pays bisssa, les **feuilles** servent à confectionner des cache-sexe qui sont portés par les initiés et les masques lors des cérémonies. Avec la désapprobation des cérémonies d'excision, cet usage tend du même coup à disparaître.

De même, chez les Gourma et les Moba du Togo, le "cordon" qui relie les deux valves de l'exocarpe est utilisé dans la confection des ceintures des cache-sexe des femmes excisées ainsi que des cache-seins et des coiffures des femmes durant leur veuvage (Ouédraogo et Djagba, 1991).

A Toussiana, dans le Houet au Burkina Faso, les futurs initiés dansent avec un épi de sorgho et des **fruits de Néré** à la main.

- **Funérailles:** dans le Houet au Burkina Faso, les **graines de Néré** répandues sur les tombes conjureraient le mauvais sort, tout comme dans le KénéDougou où les feuilles sont éparpillées au sol lors des cérémonies funèbres.

La poudre mouillée des **feuilles pilées** est utilisée pour enduire les têtes rasées des membres de la famille du défunt, surtout lorsque celui-ci était une personne âgée, afin de les protéger contre les mauvais esprits.

Les épouses du défunt, dans le Houet, s'entourent la taille de **feuilles de Néré** confectionnées sous forme de ceinture pour implorer le pardon du mari pour toutes les offenses qu'elles auraient pu lui faire de son vivant.

Dans le Houet et la Comoé au Burkina Faso, on entoure la canne du défunt de **feuilles** que l'on dépose près du corps dans la tombe.

En pays Bissa, lors des funérailles, le mort est transporté dans sa tombe sur un **brancard fait de rameaux frais de néré**. Connaissant le respect que les paysans doivent à leurs morts, l'on mesure l'importance sociale qu'ils réservent à cet arbre. L'usage du Néré ci-dessus mentionné interdit par conséquent l'usage de ses rameaux comme fouet pour corriger un enfant en vie.

Au Ganzourgou au Burkina Faso, les **feuilles** servent de matelas pour transporter le mort. En outre, une décoction d'écorce de Néré versée dans la tombe faciliterait la rencontre du mort avec ses ancêtres.

Au Togo, les **feuilles** servent également à fabriquer des coussinets pour le transport des morts dans la région des savanes notamment chez les ethnies Gourma et Moba.

La décoction des **graines de Néré**, issue de la préparation du soumbala et conservée pendant plusieurs jours, dégagerait une puissante odeur qui aurait le pouvoir de chasser les mauvais esprits et les sorciers. L'odeur dégagée par les **feuilles** bouillies aurait le même effet au Burkina Faso et au Togo.

Enfin la décoction des **feuilles** est utilisée dans le Houet comme une eau de toilette ayant des propriétés de protection contre les esprits de mal.

Comme il est possible de le constater, ce sont les **feuilles** qui servent de symbole en cas de décès pour les cérémonies funèbres.

- Héritage: au Poni au Burkina Faso, les **graines** sont éparpillées au sol lors des funérailles en guise d'héritage légué aux enfants, ce qui représente un capital entre leurs mains sur lequel ils ont le devoir de veiller, qu'ils doivent entretenir afin de le faire fructifier.

Par ailleurs, dans le champ du paysan, le Néré est également considéré comme "un arbre fétiche" auquel les paysans vouent un réel culte.

- 'Production et Protection' agricole à Toussiana au Burkina Faso, dans le Houet, l'écorce de l'arbre attachée à un bâton implanté dans le champ aurait le pouvoir d'accroître la production des cultures annuelles. De même, les **feuilles** de l'arbre sont utilisées pour mettre au point certains fétiches dissuasifs afin de protéger certains arbres fruitiers contre d'éventuels voleurs.

Chez les Kabyè du Togo, à chaque récolte, le paysan suspend aux troncs et aux branches du Néré quelques épis de mil ou gousses d'arachide, selon qu'il sèmera du mil ou des arachides (Ouattara, 1989). D'où la marque de reconnaissance, de gratitude, mais aussi la croyance que l'**arbre** joue un rôle aussi bien dans la protection du champ que pour l'accroissement de la production agricole.

- Pratiques agricoles par ailleurs, les **feuilles** de Néré séchées, réduites en poudre et mélangées aux semences de cultures accroîtraient la germination des semences (au Burkina Faso).
- Protection des végétaux en outre, l'abondante fumée obtenue en brûlant des **feuilles** fraîches de Néré serait efficace pour éloigner les insectes prédateurs du mil, surtout à la floraison, au Burkina Faso.
- Artisanat enfin lors des grandes battues en pays Bissa, le fer des lances et des flèches est renforcé par des **fibres** de gousses de Néré.

#### 4.3.3 Le Néré dans le champ du paysan

##### - Association et influence du Néré sur les cultures

Les enquêtes faites auprès des paysans ont fait ressortir le rôle vital que joue le Néré en tant qu'élément du système de production agricole. En effet, la présence du Néré dans le champ résulte d'un compromis dont la finalité est la diversification de la production agricole (fig. 4.4).

Ainsi, les arbres dans le champ sont un indicateur intéressant d'agro-système (Seignobos, 1991, 1992). L'arbre a besoin du paysan et de son champ pour mieux se développer et produire. Dans la jachère, sa fructification est compromise non seulement par les feux de brousse annuels mais aussi par le manque de traitements sylvicoles d'entretien. En retour l'arbre rend au paysan d'énormes et divers services qui concourent à la satisfaction de ses besoins physiques, matériels et spirituels.

Le Néré, de par sa cime étalée et de l'ombre produite entraîne un effet dépressif sur certaines cultures annuelles. Ceci étant, les paysans ont développé des pratiques culturelles pour tirer le meilleur profit de ces arbres et l'intégrer dans leur système de production. Ils influencent la forme des arbres en conduisant des tailles appropriées et en organisant les espèces des cultures d'ombre sous la cime des arbres (telles que aubergines, piment, etc.).

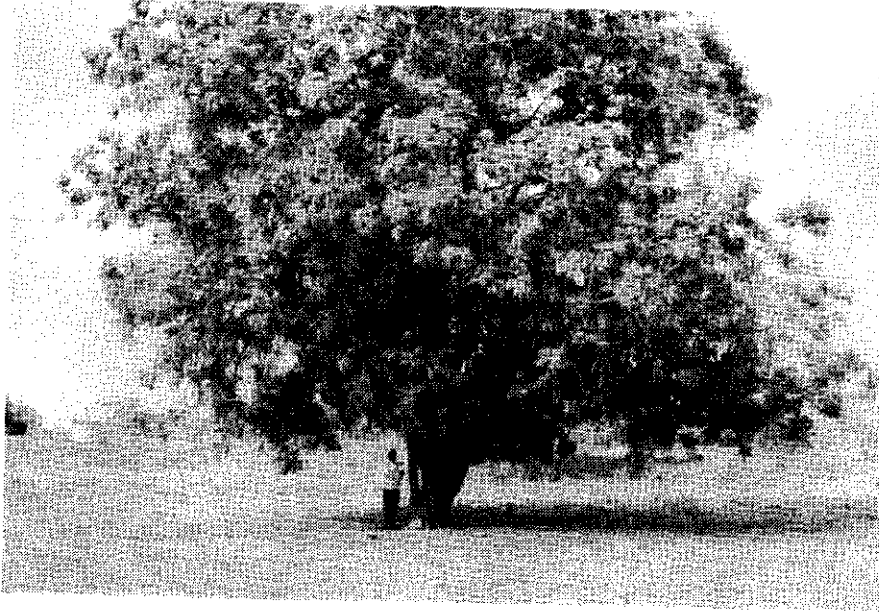


Figure 4.4 Place de l'arbre dans le système de production agricole

La place du Néré dans le champ au même titre que d'autres espèces des parcs ainsi que leurs fonctions et leurs désavantages ont été largement discutés par divers auteurs. Ainsi les rendements en sorgho et petit mil connaissent une baisse de l'ordre de 30 à 70% sous le houppier de grands et vieux Nérés, selon qu'ils sont insuffisamment entretenus ou pas du tout (Kessler et Boni, 1991; Kater, Kanté et Budelman, 1991; Maïga, 1987).

Les études ci-dessus mentionnées montrent que c'est l'effet d'ombrage qui est le plus préjudiciable à la croissance des cultures (sorgho, petit mil, coton) et à leur rendement sous les houppiers des Karités et Nérés. En outre, les cultures y mûrissent moins vite qu'en dehors du houppier et sont plus sujettes aux diverses attaques par des insectes et des parasites. Les résultats montrent qu'il existe une forte relation entre le pourcentage de lumière et les rendements de sorgho blanc malgré le fait que sous le houppier du Néré la fertilité du sol est plus élevée qu'en dehors (Kessler, 1992). Cet auteur semble suggérer qu'au-delà de 50% de lumière les rendements des cultures ne sont pas influencés négativement.

Selon son estimation, la perte des rendements de sorgho au voisinage de 3 grands Nérés et 8 grands Karités, correspondant à une couverture du sol par les houppiers de 12% par hectare, serait de l'ordre de 6%. Par ailleurs, la fertilité du sol est aussi favorable sous les arbres qu'en dehors des houppiers. Les profits réalisés par la vente des produits des arbres compensent largement les pertes de rendements céréaliers; ce qui explique que les arbres sont tolérés et acceptés dans les champs (Kessler, 1992). En outre, la présence des Nérés dans le champ est le résultat d'une stratégie délibérée en vue de disposer d'aliments de disette, donc pour réduire les risques de famine ou augmenter les possibilités de soudure.



- *Régénération naturelle et artificielle*

D'une manière générale au Burkina Faso, de la partie centrale (700 mm de pluie par an) jusqu'à la limite nord de distribution de l'espèce (500 mm), la régénération de *P. biglobosa* est faible sinon presque absente. Les peuplements sont alors caractérisés par de grands arbres à gros diamètres, généralement vieillissants et peu productifs.

L'intérêt porté à la régénération assistée dépend des régions et des habitudes des populations. Au sud et sud-ouest du pays, en raison des conditions écologiques favorables, la régénération naturelle est relativement abondante: le rôle du paysan consiste alors à disperser les graines dans son champ sans disposition particulière.

Cependant, dans le Houet, notamment à Toussiana, l'habitude consiste à semer le Néré en même temps que le fonio. La plantation de néré sous forme de vergers n'est pas une tradition bien que quelques cas aient été recensés dans le Houet et exceptionnellement sur le plateau central (Kouritenga, Sanmatenga et Passoré).

Les peuplements, le long de la voie ferrée Abidjan-Ouagadougou auraient été constitués par les ouvriers engagés dans les travaux forcés. Les jeunes gens du pays Bissa qui étaient recrutés pour les travaux forcés devaient emporter avec eux des stocks suffisants de pulpe et de graines de Néré pour se nourrir (Guinko, 1985). Ainsi, les peuplements qui longent aujourd'hui la voie ferrée pourraient être le témoignage de cette régénération assistée par l'homme. De par ses mouvements, l'homme aurait pu entraîner des brassages entre les populations de *P. biglobosa* provenant de diverses régions éloignées entre elles.

Le semis direct de *P. biglobosa* est une méthode possible pour la régénération artificielle. Les essais conduits au Burkina Faso montrent qu'il est tout à fait possible de réussir des plantations de néré à partir de semis directs (Ouédraogo, M. et A.S. Ouédraogo 1984). En effet, comparés à *Faidherbia albida*, les essais ont mis en évidence que le semis direct de *P. biglobosa* donne de meilleurs résultats dans différentes zones écologiques du pays. Par ailleurs, la zone de climat sud-soudanien apparaît comme étant la mieux indiquée pour mieux réussir des plantations par semis directs. En effet, l'essai a montré que la quantité d'eau de pluie tombée ainsi que sa répartition dans le temps serait un facteur limitant pour le développement des plantules dans les zones plus sèches. Bien que l'essai n'ait pas pu mettre en évidence des différences significatives par rapport au type de préparation du sol, les résultats suggèrent l'intérêt d'un bon travail du sol qui a un effet positif et bénéfique surtout lors des petites poches de sécheresse pour la survie des plantules après la saison sèche. Il en est de même de l'application d'un pré-traitement approprié afin de garantir aux semences une germination rapide et homogène. Enfin, les résultats soulignent la nécessité d'entretenir les parcelles par des désherbages et des pare-feu, ainsi que la protection contre le brou du bétail, condition sine qua non à la réussite de plantations de Néré par semis directs.

Au nord du Bénin, nous avons constaté que le semis direct et la conduite des peuplements de *P. biglobosa* sont entrés dans la tradition. Après avoir défriché son nouveau champ, le paysan béninois sème du *P. biglobosa* en même temps que les cultures. Cette pratique est enseignée et transmise aux enfants. De beaux et vastes peuplements sont rencontrés dans cette région (fig. 4.5).

En Centre-afrique, *P. biglobosa* est semé directement en ligne, en tant que méthode d'assolement afin de valoriser la jachère suivante (Depommier et Fernandez, 1985). Au



Figure 4.5 Peuplements de *P. biglobosa* au nord Bénin. La pratique ancestrale du semis direct est largement vulgarisée au Nord-Bénin. Il en est de même dans l'Ouest et le Sud du Burkina.

Niger, lors des opérations de récolte, les paysans nous ont conduit sous le néré reconnu par tous et parmi les autres arbres du terroir du village, comme étant le plus apprécié pour la qualité de ses fruits. Ce sont des arbres de ce type dont les paysans préfèrent obtenir les semences pour les disperser dans leur champ et qu'ils protègent et entretiennent avec davantage de soins.

Il est possible de conclure que partout où cela est encore possible, les jeunes pieds de *P. biglobosa* sont épargnés et entretenus. Toutes les populations des différentes régions reconnaissent en effet que le Néré a toujours été un des arbres du présent dans le terroir du village grâce à l'intérêt et aux soins que lui procure l'homme.

Au KénéDougou (Burkina Faso), notamment à Koloko, les populations racontent que les parcs de Nérés se seraient constitués à la suite des déplacements massifs des sofas de l'armée de Samory Touré dans la région de 1887 à 1888. Ils se rappellent encore que ces soldats se nourrissaient de graines et de pulpe de néré. Ce sont donc ces guerriers chargés de Néré, qui auraient favorisé l'installation et le développement des grands peuplements de *P. biglobosa* dans la région, qui continuent à se régénérer jusqu'à présent.

En conclusion, dans toutes les provinces échantillonnées au Burkina Faso, les populations sont en général réceptives à la régénération artificielle de Néré, soit par semis direct, soit par plantation. Il n'en demeure pas moins qu'à la Sissili, certaines croyances véhiculent l'idée selon laquelle tout planteur de Néré meurt en général avant d'avoir goûté à ses fruits. A Dingasso par contre, la régénération du néré serait attribuée aux génies qui, après s'être nourris de fruits de néré, en assureraient sa dissémination par leurs selles.

De telles croyances sont de nature à décourager la réalisation de vergers de Nérés, ce qui pourrait constituer un obstacle à la régénération et au développement de l'espèce.

Enfin, la plantation de Nérés est possible même si certains aspects sylvicoles restent encore à préciser tels que les écartements, les associations, les cassures de branches, les chutes d'arbres (Bonkougou, 1987).

- *Pratiques et techniques sylvicoles de traitement des Nérés (phytopratiques)*

Au Burkina Faso, le Néré est rarement planté, presque jamais abattu, mais souvent taillé. En effet, dans plusieurs régions certains chefs de terre n'hésitent pas à déposséder un paysan qui aurait abattu un Néré dans le champ sans raison valable (Ouattara, 1989). Cependant à l'ouest du pays, notamment au Kéné Dougou où la régénération naturelle est forte (jusqu'à 30 pieds/ha), il peut arriver que quelques pieds soient occasionnellement supprimés pour éviter que la forte densité ne devienne préjudiciable aux cultures. Le mode de gestion des peuplements est différent selon les régions. Tandis qu'au sud et à l'ouest du pays les peuplements sont régulièrement rajeunis, sur le plateau central, ils sont protégés comme tels même si en quelques endroits, il est possible de rencontrer des individus rajeunis.

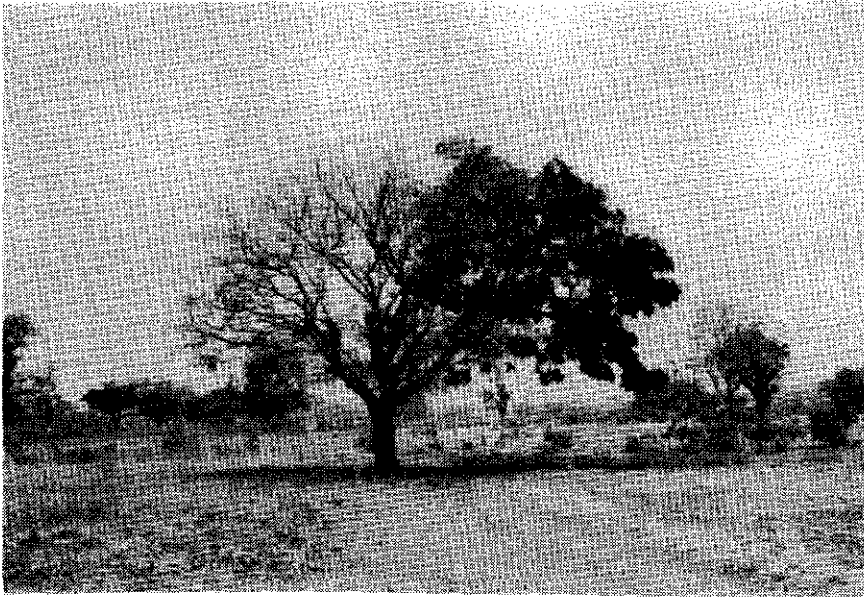
Les paysans de certaines régions, mieux que d'autres, possèdent une longue tradition et une expérience pratique de la taille des arbres, pratiquée dans les buts suivants: augmenter la production de fruits, éviter la concurrence pour l'eau et la lumière au niveau des cultures, éliminer les branches mortes, récolter des gousses ou plus rarement du bois de feu:

. La taille intervient lorsque la production fruitière diminue. Il s'agit généralement des arbres adultes ou vieux. Les stades architecturaux auxquels la taille est pratiquée ont été décrits par Binnekamp, 1992. Il peut s'agir d'un élagage partiel au niveau des branches qui ne produisent plus de fruits ou de toutes les branches de l'arbre (fig. 4.6).



Figure 4.6 Elagage partiel des branches de *P. biglobosa*. La pratique d'élagage est bien comme est utilisée pour relancer la production fruitière. A la 3<sup>ème</sup> année après l'élagage la production est rétablie.

La production est suspendue sur les parties taillées (fig. 4.7). Cependant trois ans après la taille, les paysans ont observé que les arbres produisent une plus grande quantité de gousses qu'avant l'intervention.



**Figure 4.7** Branche taillé non florifère. La production fruitière est retardée et reprend généralement au bout de la 3<sup>ème</sup> année après la taille.

Le but de la taille peut être de supprimer des branches qui pendent vers le sol ou de donner une forme aux jeunes arbres ou branches de manière à favoriser le développement d'un seul tronc (taille de forme). Par ailleurs, ce traitement peut avoir pour rôle de diminuer l'étalement du houppier, de le faire monter afin d'obtenir une cime élancée.

. Dans ce cas, ce sont seulement les parties qui commencent à se dessécher qui sont prélevées. Cependant, dans certains cas, lorsque l'arbre commence à montrer ces signes de stérilité ou de faiblesse, la taille peut concerner tout l'arbre au niveau d'ordres de ramification primaire, secondaire et tertiaire (fig. 4.8).

Cette pratique est couramment utilisée par les paysans qui en tirent un double intérêt l'augmentation de la production et la disponibilité de bois sec, comme bois de chauffe compte tenu de la crise énergétique actuelle que vivent les populations rurales.

. Lors des opérations de récolte des gousses, surtout lorsque les fruits ne sont pas encore bien mûrs, beaucoup de branches peuvent être cassées de manière accidentelle. L'arbre subit ainsi une taille non désirée, ce qui aura pour conséquence une faible production

l'année suivante.

En ce qui concerne le prélèvement de bois de feu, cette intervention est observée dans les régions où la crise énergétique est aiguë et concerne seulement les rameaux qui sont desséchés sur l'arbre ou qui sont tombés au sol.



Figure 4.8 Arbre adulte, présentant des signes de faiblesse avec des branches mortes. La taille est généralement appliquée pour rajeunir et relancer la production.

#### 4.3.4 Modes et pratiques de gestion des parcs de Nérés

##### - Droits d'accès traditionnel

Au Burkina, exception faite du Kéné Dougou et du Boulgou où le Néré appartient traditionnellement au propriétaire du champ, il est généralement la propriété du chef de terre, l'exploitant du champ n'ayant que l'usufruit. Cette disposition n'est pas toujours de nature à responsabiliser les paysans pour une meilleure régénération et un entretien régulier des parcs. Chaque année, il récolte les fruits dans le champ qu'il exploite, présente la récolte au chef qui en prélève une certaine partie qui peut être symbolique. Par contre, les arbres dans les jachères et dans la brousse peuvent être récoltés sans disposition particulière. Il convient cependant de mentionner que de nos jours, ces pratiques sont de plus en plus délaissées. Posséder des Nérés est devenu un élément de différenciation sociale dont l'exclusivité échappe au chef de terre ou au chef de village. Ainsi, les arbres se prêtent, se donnent et s'héritent. Il est aujourd'hui possible au chef de village, à un ancien ou une personne influente du village de posséder des Nérés.

Au Burkina, notamment dans les provinces du Plateau Central (Ganzourgou, Sanmatenga, Passoré), il existe encore un rituel de récolte qui incombe au chef de village. C'est à lui que revient la primeur de consommer, "le soumbala nouveau" de

l'année, avant d'autoriser l'ouverture de la récolte des fruits de *P. biglobosa*. La sauce qui lui est préparée est appelée "kiim kalogo", littéralement "le soubala des âmes des défunts". Il l'offre au préalable aux "dieux" de l'arbre en signe de reconnaissance et pour renouveler ce bienfait au cours des années suivantes. Ces mêmes pratiques nous ont été rapportées au Mali (Moribila) et au Niger. De telles règles de gestion des peuplements permettent de protéger les Nérés des récoltes incontrôlées et abusives. Cependant, ces règles ou mesures traditionnelles de gestion qui régissaient l'exploitation des parcs de *P. biglobosa* sont en train de se perdre progressivement et sont de moins en moins respectées. Dans la plupart des cas, la récolte de fruits dépend du propriétaire du champ qui décide de la date de récolte. En raison de la pression de plus en plus forte qui s'exerce sur ces arbres et des vols fréquents, le propriétaire préfère courir moins de risques en procédant à la récolte avant la pleine maturité des fruits. Cette situation a été constatée dans la plupart des pays visités (Niger, Tchad, Burkina, Côte-d'Ivoire, Mali, Sénégal).

#### - *Législation forestière moderne*

Comme mentionné précédemment la législation forestière telle que formulée et appliquée n'a pas permis une responsabilité des paysans à la gestion de leurs parcs. La faiblesse de la réglementation forestière consiste à considérer les arbres des parcs, en particulier le Néré, comme étant une espèce intégralement protégée. Autrement dit, aucune intervention n'est permise sur ces arbres, à l'exception de la cueillette des fruits ou de la récolte du bois mort.

Ainsi au Mali, dans la région de Ségou, des orages en début de saison pluvieuse ont occasionné des dégâts importants aux arbres, qui sont soit cassés, soit totalement déracinés.

Un paysan indigné ne nous disait-il pas que "nous avons peur des forestiers qui nous refusent des permis de coupe pour entretenir les arbres que nous avons hérité de nos pères et nous assistons comme eux, impuissants à leur destruction, car sans la taille, ces arbres ne sauraient produire de façon continue et soutenue". La seule intervention sylvicole paradoxalement autorisée par la législation forestière est le prélèvement du bois mort alors que l'arbre est devenu sénescant ou lorsqu'il est mort.

Ainsi les droits d'accès traditionnels semblent avoir pris en compte la conservation dynamique de parcs en privilégiant la participation des populations. La législation forestière en décrétant le Néré comme espèce intégralement protégée, est dans certains cas, nuisible au renouvellement de l'espèce. Dans ce contexte, la législation forestière moderne pourrait être plus efficace en s'inspirant des principes des droits d'accès traditionnels et intégrant les nouvelles connaissances sur la biologie de l'espèce.

#### 4.3.5 *Le Néré dans l'économie rurale*

##### - *Le Néré dans l'alimentation*

Dans la plupart des pays où les opérations de récolte ont été organisées, *P. biglobosa* joue un rôle très important dans l'alimentation des populations des zones soudaniennes. Cependant dans la zone guinéenne, (par exemple au pays aboulé de Côte d'Ivoire), l'espèce est moins valorisée.

Au Burkina Faso, les usages du Néré dans l'alimentation sont d'une manière générale partout les mêmes:

- . A partir des graines, les femmes préparent un condiment, Kalogo ou Soumbala, appelé moutarde traditionnelle, qui est largement utilisé dans la préparation des diverses sauces. D'ailleurs au Burkina et au Mali, les populations désignent la sauce (à base de soumbala, de sel et d'eau) de "soupe de pintade qui a fui" car elle s'apparente en effet à la soupe de pintade du point de vue goût; très riches en protéines, elle est d'ailleurs utilisée pour remonter les malades. Ces moutardes peuvent être préparées selon diverses formes;
- . Les graines grillées et réduites en poudre mélangées à de l'eau sont utilisées comme boisson chaude dans certaines provinces du Burkina Faso telles que le Kouritenga et le Kéné Dougou. Ce "café de Néré" serait en outre un bon régulateur de la circulation sanguine;
- . La farine de la pulpe se consomme directement ou délayée dans de l'eau et constitue alors une boisson sucrée et rafraîchissante. Mélangée à la farine de mil, elle est utilisée pour la préparation de couscous ou de gâteaux. Ces produits se conservent bien, et en période de soudure ou en cas de fléau naturel (invasion de sautériaux), la pulpe de néré est d'un apport considérable. De nombreuses personnes doivent aujourd'hui leur vie à cette nourriture qui a une grande valeur au moment où il n'y a plus beaucoup ou rien à manger au Sahel;
- . Les gousses grillées alors qu'elles sont encore immatures, sont très appréciées par les enfants de même que le nectar sucré (fig. 4.9).

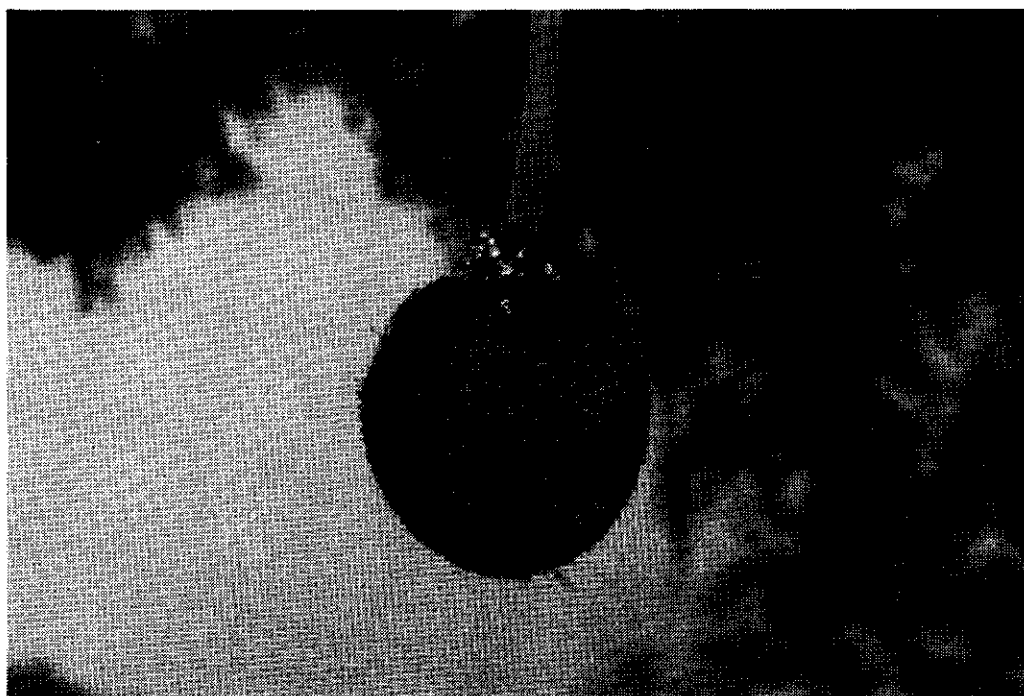


Figure 4.9 Production de nectar sucré à partir du capitule

Le résultat des analyses chimiques, revalant à la richesse nutritive des différents produits du Néré, est présenté dans le tableau 4.3.

Tandis que le soubala, produit de fermentation obtenu à partir de la graine de néré est très riche en protéines (41,8%), la pulpe par contre est pauvre en protéines (3,4%), mais très riche en sucres. La teneur en glucides totaux s'élève à 80,7% et la teneur en sucre réducteur est élevée, notamment en fructose (11,6%), en glucose (11,9%) et en saccharose (18,7%) (Ouédraogo, 1987) (fig. 4.10).

Une étude sur l'utilisation de produits alimentaires et forestiers à Zitenga, (un village du Plateau Central) a fait ressortir que 93% des ménages utilisent le kalogo dans la préparation des sauces tandis que 55% des ménages recourent à l'utilisation des cubes "Maggi". Selon cette étude, le poids moyen de Kaologo utilisé serait de 3 grammes/personne/jour et représente, parmi les produits forestiers recensés, celui dont l'utilisation est la plus répandue et la plus importante en quantité (Smeenck, 1991).

#### - *Le Néré dans la médecine et la pharmacopée traditionnelle*

C'est surtout dans la médecine et la pharmacopée traditionnelle que les usages du Néré sont les plus diversifiés. En effet, toutes les parties de l'arbre (racines, écorces, feuilles, fleurs, fruits, graines, pulpe et gousses vides) sont utilisées en tant que recette principale ou en association avec d'autres plantes dans les soins de plusieurs affections en Afrique de l'Ouest notamment au Bénin, Burkina, Mali, Nigéria, Togo et Sénégal (Lejoly, 1990).

Différents modes de préparation sont préconisés à partir de divers organes dans le traitement des affections. Le tableau 4.4 présente les organes et produits du Néré les plus couramment utilisés dans le traitement des diverses affections.

Les racines sont utilisées de manière spécifique pour le traitement des affections telles que l'épilepsie, les aigreurs de grossesse, l'asthénie. Lorsque les écorces de tige ou les feuilles peuvent traiter les affections aussi efficacement que les racines, elles sont généralement préférées de manière à ne pas endommager le système racinaire de l'arbre.

Les maladies de la nutrition font surtout appel à la pulpe et aux graines. Par ailleurs, les graines interviennent de manière non spécifique dans le traitement de diverses affections.

Ces résultats ne semblent pas confirmer ceux de Kherharo et Adam (1974) selon lesquels à quelques rares exceptions près, la plupart des guérisseurs font une discrimination nette entre les préparations d'écorces ou de racines, généralement prescrites par voie interne et les préparations de feuilles prescrites par voie externe. En outre les organes du néré sont utilisés de manière spécifique, c'est-à-dire sans association avec d'autres plantes, dans le traitement des affections parasitaires, de la nutrition, de l'appareil circulatoire, de l'appareil respiratoire, de la peau et de la plupart des affections de l'appareil digestif. Par contre, pour les lésions traumatiques, les empoisonnements, les autres états morbides, ils sont utilisés en association avec diverses plantes.

Les remèdes sont préparés par décoction d'écorces, de tige ou de racines, de feuilles, ces organes pouvant être utilisés soit frais ou séchés, par torréfaction ou calcination des tiges, des racines ou des graines. Les écorces, les feuilles et l'exocarpe peuvent également être préalablement séchés, puis, soit réduits en poudre fine par pilage au mortier, soit par macération et infusion dans l'eau. Ces remèdes sont administrés, soit



Tableau 4.3 Teneur en nutriments de principaux produits alimentaires de *P. biglobosa*

Produits de céré	Protéines	Lipides	Glucides léteux	Calcium	Equival. Vit A	Thiamine Vita B	Riboflavine Vit B2	Vit C	Phosphore	Fer	Cuivre	Zinc	Manganèse	Selenium	Kcal
	grammes pour 100 g			mg	meg	mille grammes pour 100 grammes									
Graines crues	34,6	21,8	32		0,54		6	503	11						432
Graines fermentées (soumbala)	35 à 41,8	29 à 36,6	16,4	520	0,03		0	477	26,06	2,47	2,47	6,04	18,04	0,489	431 à 543
Pulpe (farine)	3,4	0,32 à 1	80,7	1200	1,1	0,7	1 à 3,03	164	2,89 à 3,6	0,46	0,46	15,67	17,75	0,001	272 à 305

(Source: Kherharo et Adam, 1970; Ouédraogo, 1973; Bergeret, 1990; Ouédraogo, 1991)

**Tableau 4.4 Organes et produits du Néré les plus couramment utilisés dans les recettes pour le traitement des diverses affections**

AFFECTIONS	ORGANES ET PRODUITS DE <i>Parkia biglobosa</i>									en ASS +	MODE DE PREPA- RATION	MODE D'ADMI- NISTRA- TION			
	Raci- nes	Ecor- ces	Feuil- les	Fleurs	Fruit en- tier	Pulpe	Exo- carpe	Cor- don	Grain- es						
<b>INFECTUEUSES &amp; PARASITAIRES</b>															
Dysenterie, diarrhée			x									.décoction	Ingest. orale		
Dysenterie, diarrhée		x										.macération	" "		
Ascariase, tenia			x									.décoction	" "		
Ascariase, tenia		x										.macération	" "		
Colite, gastroenterite		x										.décoction	" "		
Variole, rougeole		x	x									.décoction	Appl. locale		
Candidose, galles, peau												.pulvérisat°	" "		
Paludisme, accès fébrile		x				x		x				.décoction	Ingest. orale		
Paludisme, accès fébrile			x												
<b>NUTRITION ET METABOLISME</b>															
Kwashiorkor						x						.bouillie	Ingest. orale		
Kwashiorkor	x											.décoction	per os		
Coliques de nouveau né	x											.décoction	per os		
<b>TROUBLES MENTAUX</b>															
Psychose				x								+	.décoction	bain corpor. & ing. orale	
<b>SYSTEME NERVEUX ET ORGANES SENS</b>															
Yeux													.macération	Collyre	
Oreillons			x							x			.décoction	gargarisme	
"			x										.décoction	funigation	
Epilepsie	x												.décoction	bain corpor.	
"	x												.décoction	et ingest. orale	
<b>APPAREIL CIRCULATOIRE</b>															
Hypertension artérielle											x		.grillées,	Ingestion	
"													pulvérisées	orale	
"													.grillées,	Ingestion	
"													macérées	orale	
"			x	x									.décoction	Ing. orale	
"													+	.délayage,	Ingestion
"													macération	orale	
Palpitations cardiaques, cardiopathies													.décoction	per os	
"													.décoction	inhalat° bain	
"													.décoction	ingest. orale	
"													.décoction	ingest. orale	
Hémorroïdes		x							x	x			.mélange	ingestion	
"									x				.pilage	orale	
"													+	.décoction	ingest° orale
"														bain de siég	
<b>APPAREIL RESPIRATOIRE</b>															
Toux, coqueluche, pneumonie		x	x										.décoction	.per os	
"		x											.pulvérisation	.ingestion	
"		x											et macérat°	orale	
Asthme									x				.décoction	.ingestion	
"													sans graines	orale	
<b>APPAREIL RESPIRATOIRE</b>															
Amygdalite									x				+	.Fermentation	.Ingestion
"													délayage	orale	
"													+	.Fermentation	.Application
"														locale	

<b>APPAREIL DIGESTIF</b>											
Plaies buccales		x								.Pulvérisat°	A sucer
Dents		x								.Extraction de sève	Application locale
Langue pâteuse					x	x			x	.Pulvérisat°	Application locale
Aérophagie, ballonnement						x				.Pulvérisat°	A sucer
Diarrhée						x				.Bouillie	per os
Hémorragie digestive						x	x		x	.Sombala	per os
Colique						x	x			.Mélange poudre	per os
"										.décoction	Ingest. orale
Colique			x	x						.délayage	Ingest. orale
Aigreurs de grossesse	x					x	x			.mélange	A sucer
"										.macération	Bain corporel
Constipation						x				.poudre	Voie orale
Ulçère duodénal			x							.macération	Ingest. orale
"			x							.décoction	Ingest. orale
Prolapsus rectal									x	.pulvérisat°, délayage	Ingest. orale
<b>GENTO-URINAIRES</b>											
Stérilité	x	x								.décoction	Ingest. orale
Aménorrhée								x		.décoction	Ingest. orale
Syphilis	x	x								.décoction	Ingest. orale
<b>GROSSESSE</b>											
Avortement						x				.Pulvérisé cuit	Ingestion orale
Fatigue		x							x	.Pulvérisé + sombala	Ingestion orale
<b>PEAU</b>											
Eczema infantile											
Dermatoses									x	.Grillées, pulvérisées	App. locale
Galles		x								.Décoction	App. externe
Abcès										.Trituration jeunes feuilles	Application locale
"		x	x							.Décoction	App. locale
Zona			x	x						.pulpation	App. locale
Boutons de chaleur			x	x						.pulpation	App. locale
Lèpre		x	x								App. locale
<b>SYSTEME OSTEO-ARTICULAIRE ET MUSCULAIRE</b>											
Lumbago, courbatures, maux de reins		x								.décoction	per os
"										.décoction	bain corporel
Anthrax (rhumatisme)		x								.décoction	bain corporel
<b>ETATS MORBIDES MAL DEFINIS</b>											
Convulsion										.décoction	Lavage
Hoquet									x	.grillées et pulvérisées	per os
Amnésie		x								.décoction	bain corporel
Ascite		x								.décoction	Ingest. orale
"										.décoction (galles)	Ingestion orale
Oedème		x								.décoction	Ingest. orale
"	x									.décoction	Ingest. orale
Céphalée										.décoction	Ingest. orale
Asthénie	x									.décoction	Ingest. orale
Point de côté									x	.pulvérisation délayage	Ingest. orale
Eruption cutanée						x				.décoction	Ingest. orale
<b>LESIONS TRAUMATIQUES</b>											
<b>EMPOISONNEMENT</b>											
Plaies profondes		x								.pulvérisation	Application locale
Piqûres d'araignées									x	.pulvérisation	Application locale
Piqûres d'abeilles									x	.cuisson	Usage externe
Morsure d'animaux venimeux		x								.mastication	Ingest. orale
"									x	.délayage	Ingest. orale
"	x									.décoction	Ingest. orale

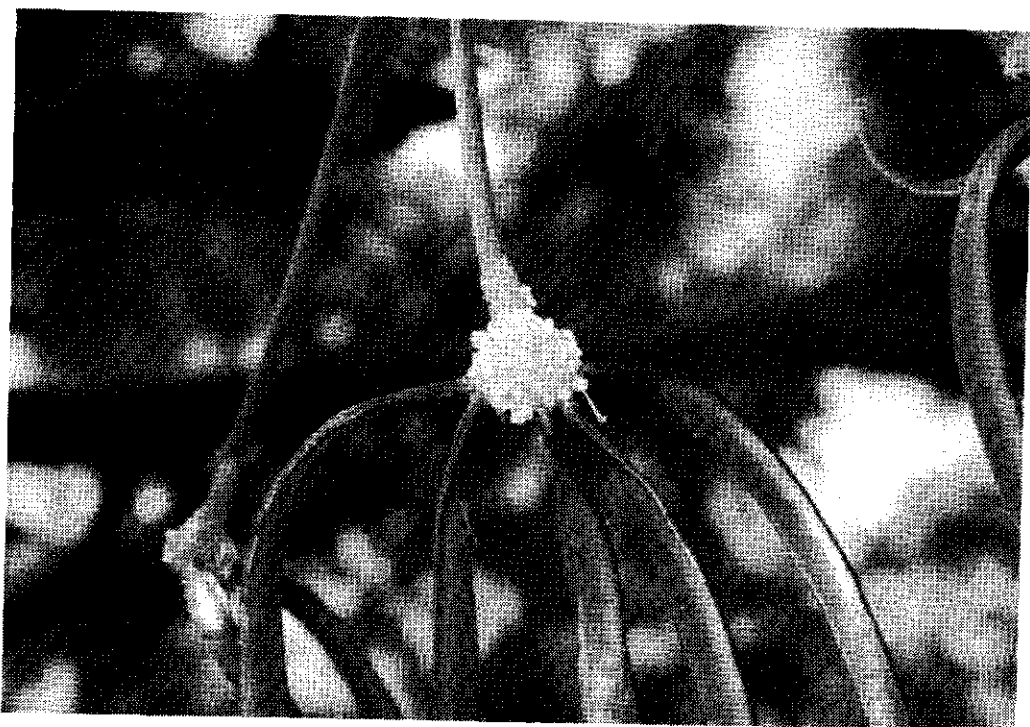


Figure 4.10 Amas de nectar coagulé attaché au réceptacle floral (sous forme de cristaux de sucre)

par voie orale (on fait boire au malade le décocté ou le macéré), soit par voie externe pour lesquels il est recommandé des inhalations, des bains, des applications locales depommades obtenues en mélangeant le remède pulvérulent avec du beurre de *Vitellaria paradoxa* (Aké Assi et Guinko, 1991).

- Les principaux constituants chimiques potentiellement actifs

L'étude pharmacognésique a été réalisée en collaboration avec l'Institut de Recherches sur les Substances Naturelles sous la supervision du Prof. Dr I. Kaboré et a permis de mettre en évidence d'une part les principaux constituants potentiellement actifs et d'autre part de déterminer la relation entre structure et activité. Seules les écorces de tiges et les feuilles ont été analysées afin d'éviter le prélèvement des racines qui pourrait traumatiser l'arbre. La composition et la teneur des constituants dans les différents organes dépendent de l'environnement, de la station et du climat.

L'analyse chimique a consisté en 3 types de fractionnement:

- extraction par chloroforme (solvant apolaire);
- extraction éthanolique (moyennement polaire);
- extraction aqueuse.

Les réactions de caractérisation de ces principaux constituants sont données dans le tableau 4.5.

Par ailleurs, en nous appuyant sur certaines études ethnopharmacognésiques menées sur ces constituant, il est possible déprécier l'importance du Néré en pharmacopée comme suit:

. les aglycones flavoniques présents dans les feuilles ont généralement des effets

Tableau 4.5 Principaux constituants chimiques identifiés lors du screening par fractionnement

TYPES D'EXTRAITS	ECORCE DE TIGE	FEUILLES	OBSERVATIONS
<b>A. Extraction chlorophique</b> (solvant apolaire) . Alcaloïdes sous forme base . Aglycones flavoniques . Emodols (anthraquinone) . Coumarine Lumière UV 360nm . Stéroïls et triterpènes  . Caroténoïdes . Acides gras moléculaires (haut poids)	- - - - - - - -	- ++ - - - - - -	. Réaction de Shibata . Réaction de Shibata . Réaction de Borntroigen . Pas de fluorescence . Réaction de Libermann Buchard . Réaction de Carr Price . Résidu très gras
<b>B. Extrait Ethanolique</b> (solvant moyennement polaire) 1. <u>Extrait simple sans hydrolyse préalable</u> . Tannins  . Composées réducteurs . Alcaloïdes sels 2. <u>Extrait hydrolysé par NaOH à chaud</u> . Anthracénosides  . Dérivés coumariniques Lumière UV 360 nm . Glucosides stéroïdiques  . Flavonoïdes . Anthocyanosoides (pigments)	++ ++ - - - ++ - -	++ ++ - ++ - - ++	. Couleur verte avec FeCl <sub>3</sub> 1% tannin catéchique . Réaction de Fehling . Réaction de Mayer  . Réaction de Borntroigen coloration brune sale . Pas de fluorescence  . Réaction de Libermann Buchard: coloration franche . Réaction de Shibata . Coloration faible variation de couleur suivant Ph
<b>C. Extrait aqueux</b> . Composés réducteurs . Glucides (oses et polyoses)  . Saponosides . Tannins  . Alcaloïdes sels . Amidon	++ ++ - - + -	++ ++ ++ ++ ++ --	. Réaction de Fehling Cu <sub>2</sub> O . Réaction de Molish réaction franc rouge . Hauteur de mousse = ± 0 . Couleur avec FeCl <sub>3</sub> 1% couleur verte: tannins catéchique . Réaction de Shibata . Réaction de Mayer

spasmolytiques sur les muscles lisses, vasodilatateurs et antiseptiques.  
 . les acides gras présents surtout dans les écorces de tige et dans une moindre mesure dans les feuilles interviennent dans le catabolisme et l'anabolisme en tant que source principale énergétique de l'organisme. Ils ont généralement en outre un effet

antiseptique et jouent le rôle d'excipients pour véhiculer certains principes actifs ou faciliter l'administration des médicaments.

Il en ressort que les traitements des maladies infectieuses et parasitaires ainsi que celles de la peau font surtout intervenir les écorces de rameau, de tige et les feuilles. Cependant, pour les affections de l'appareil digestif, ce sont surtout le fruit entier, la pulpe, l'exocarpe ou les graines qui entrent dans la préparation des recettes et dans une moindre mesure les écorces de tiges et de rameaux et les feuilles.

. les tannins richement présents aussi bien dans les écorces de tige que dans les feuilles ont généralement des effets antidiarrhéiques et antiseptiques.

. les composés réducteurs notamment le fructose et le glucose interviennent en tant que source d'énergie de l'organisme.

. les dérivés coumariniques présents dans l'extrait de feuilles ont un effet anti-coagulant. A forte dose, ils pourraient être responsables de risques d'intoxication. En outre, ils ont généralement un effet spasmolytique.

. les glucides stéroïdiques ont généralement un effet cardiotonique.

. les anthocyanosides peuvent avoir un effet spasmolytique, antiparasitaire et pourraient être utilisés comme colorants industriels.

Par ailleurs, l'absence d'alcaloïdes dans les extraits analysés pourrait donner une indication des risques minimes d'intoxication aussi bien dans les feuilles que dans les écorces de tige.

Ces résultats viennent compléter et préciser ceux de Bouquet et Debray (1970), dans l'étude pharmacologique des plantes médicinales de Côte-d'Ivoire. Cependant nos résultats ont permis de mettre en évidence des saponosides dans l'extrait de feuilles, des tannins en teneur plus riche ainsi que d'autres constituants qui n'avaient pas été séparés précédemment.

- *Autres usages du Néré dans l'économie rurale: pêche, aviculture, alimentation du bétail, artisanat et construction*

L'exocarpe des gousses contient cette substance toxique pour tuer les poissons dans les mares, (confirmé par Bonkougou, 1987; Kherharo et Adam, 1974).

. les saponosides ont généralement un effet ichthyotoxique.

. en aviculture

La décoction des racines guérit la coccidiose des volailles (Togo). D'une manière générale, les feuilles sont utilisées pour la constitution de lit de ponte (couveuse traditionnelle). Les oeufs peuvent être conservés pendant longtemps dans les écorces sans perdre leurs qualités (Togo). La farine de pulpe entre dans la fabrication des aliments des porcs et des chiens (Togo). La décoction de l'exocarpe est utilisée pour réaliser des gravures sur les masques sculptés.

La décoction de l'écorce et/ou des graines est utilisée pour consolider les canaris (plus résistants), pour les faire briller après la cuisson et comme teinture. Les murs crépis d'argile et les sols damés sont badigeonnés avec le décocté empêchant ainsi leur dégradation par l'eau de pluie. Ces surfaces ainsi traitées paraissent solides comme du ciment. Cette pratique est largement connue dans la région de Tiébelé (fig. 4.11). Les fibres de l'exocarpe sont utilisées pour raccommoder les Calebasses brisées, pour raccorder les petits paniers et les chapeaux de paille et pour renforcer les attaches des flèches.



Figure 4.11 Renforcement et décoration des murs avec le décocté de l'exocarpe de Néré dans la région de Tiébélé.

#### - Le Néré dans le commerce

Au Burkina, trois types principaux de produits font essentiellement l'objet de transactions commerciales dans les villages, entre les villages, les villes, les régions et même avec certains pays. Ce sont: les graines crues, les graines fermentées et la pulpe (fig. 4.12 et 4.13).

A ces trois produits, s'ajoutent les écorces, les feuilles, les racines (Sissili et Houet) et l'exocarpe (Nahouri) à des fins pharmacologiques et d'artisanat. Ces différents produits sont prélevés dans les zones les plus pourvues et sont écoulés vers celles qui en sont "déficitaires".

Dans la plupart des villages du Plateau Central, la récolte locale est insuffisante pour couvrir tous les besoins; aussi les commerçants vont-ils "importer" les trois principaux produits ci-dessus cités des autres régions telles que le pays Bissa, la boucle du Mouhoun, le Poni et même du Ghana. Les régions ouest et sud sont, quant à elles, autosuffisantes en produits du néré.

Une récente étude sur la commercialisation et l'utilisation des produits alimentaires et forestiers dans un village mossi, Zitenga, au Burkina Faso, a fait ressortir 8 produits relativement importants du point de vue commercial (Smeenk, 1990). Ce sont:

- . les graines fermentées (soumbala) du Néré
- . la farine de pulpe du Néré
- . les fleurs séchées de *Tamarindus indica* (Tamarinier)
- . les noix de *Vitellaria paradoxa* (Karité)
- . les fleurs de *Bombax costatum* (Kapokier)



Figure 4.12 Gousses de *P. biglobosa* en vente sur la place du marché Tafiré. La pulpe jaune sucrée renfermée à l'intérieur de l'exocarpe est très prisée par les enfants.

- . les fleurs fraîches d'*Adansonia digitata* (Baobab)
- . les feuilles séchées du Tamarinier
- . les feuilles séchées du Baobab

Elle a fait également ressortir que l'offre sur le marché des graines et de la farine de la pulpe du Néré est largement déterminée par les hommes. En effet, ils constituent des négociants grossistes qui achètent ces produits dans les marchés du sud et de l'ouest du pays pour les revendre en détail aux femmes, soit sur le même marché sous la forme brute, ou après transformation, soit dans d'autres marchés.

L'offre du "soumbala" est, quant à elle, largement déterminée par les femmes, mais celles-ci dépendent du marché local pour leur approvisionnement. Leurs marges bénéficiaires sont relativement faible. Les prix varient selon les sources



d'approvisionnement, les marchés et la négociation. Les fourchettes de prix enregistrés à différentes périodes de l'année et dans diverses régions du Burkina sont les suivantes (tableau 4.6.). Les femmes bénéficient du commerce en tant que détaillants alors que les hommes interviennent en tant que grossistes.



**Figure 4.13** Soubala (cubes Maggi traditionnels) en vente sur la place du marché à Ouagadougou. Ces boules préparées de diverses manières à partir des graines fermentées sont un condiment particulièrement riche en protéines et utilisé dans la préparation des sauces.

**Tableau 4.6** Gamme de prix des produits du Néré dans différentes régions du Burkina Faso

Prix moyen / kg selon les régions (CFA)			
Produits du néré	Sud (Banfora)	Centre (Zitenga)	Limite Nord (Yako)
Graines	207	156-164	174
Pulpe	69	-	296
Soubala	516	365-417	651

Sources: Guinko et Pasgo, 1991; Zida, 1990; Smeenk, 1990.

#### 4.3.6 Le savoir-paysan ancestral sur la diversité des peuplements de Néré

##### - Les critères de sélection populaire

Les paysans identifient le Néré comme étant "l'arbre qui aime la compagnie de l'homme". En retour, les pratiques humaines ont contribué dans une certaine mesure à modifier la structure de la diversité de l'espèce. En effet, c'est l'homme qui contribue à l'installation et au développement des parcs de Néré. En outre, les paysans savent, certainement depuis longtemps, reconnaître les différences entre les pieds de Néré dans les limites de leur terroir. Ils dispersent en conséquence les semences des meilleurs arbres selon les caractéristiques et les qualités de produits qu'ils désirent obtenir.

D'une manière générale, les caractères de variation reconnus par les paysans entre les arbres d'un même peuplement sont les suivants:

- . Au niveau du fruit: la forme, la taille la couleur.
- . Au niveau de la graine: la couleur, la taille, la quantité de graines par fruit, l'aptitude à produire du bon soubala.
- . Au niveau de la pulpe: couleur, quantité de la pulpe et sa saveur.
- . Au niveau de la floraison: quantité, qualité, la période (précoce ou tardive).
- . Au niveau de la fructification: quantité, périodicité.

Les exemples ci-dessous illustrent l'impact de l'homme sur la diversité de l'espèce.

Au Niger, au cours des opérations de récolte, un paysan nous a conduit sous l'arbre qui est connu de tous comme étant celui qui produit les fruits les plus sucrés de tout le village. En effet, l'arbre avait des fruits dont la pulpe était particulièrement sucrée.

Au Tchad, les paysans nous ont indiqué l'arbre qui exceptionnellement produit deux fois l'an.

Au Mali, ce sont encore les paysans qui nous ont indiqué avec fierté l'arbre le plus productif de tout le village. Il était effectivement chargé de lourdes grappes, avec de grosses gousses.

Au Kouritenga et au Sanmatenga, les paysans distinguent les arbres dont les gousses contiennent plus de graines (Néré à graines) par rapport à ceux qui contiennent plus de pulpe (Néré à pulpe).

Certains arbres reçoivent des noms propres qui dérivent de ces caractères de variation qui sont constants, identifiés et déterminés à partir de plusieurs années d'observation.

En outre, les paysans reconnaissent que:

- . la production fruitière d'un arbre peut varier dans le temps: aux années de bonne fructification peuvent se succéder des mauvaises, en fonction des aléas climatiques. Cependant, selon les paysans, il est possible d'augmenter la production annuelle d'un arbre en pratiquant une incision circulaire autour du tronc de l'arbre;
- . les fruits d'un même pied ne sont pas identiques à tout point de vue "tout comme les enfants d'une même mère peuvent ne pas se ressembler";
- . certaines graines appelées "welba" en mooré ou "tchozouakina" en gourounsi, seraient difficiles à cuire et se prêtent donc mal à la préparation du "soubala". Par contre pour la plupart des paysans, la qualité du soubala est davantage liée à la technique de préparation qu'à la qualité de la graine elle-même (Burkina, Mali).

- A propos du "Néré noir" et du "Néré blanc"

Il convient tout d'abord de mentionner que les expressions "Néré noir" et "Néré blanc" sont utilisées par les paysans, surtout pour faire ressortir le contraste, la différence de couleur ou de structure qui existe entre les écorces de troncs des deux types de néré.

En réalité, le Néré blanc a plutôt une écorce de couleur brunâtre tandis que celle du néré noir est plus foncée (fig. 4.14 et 4.15).

Au Burkina, c'est surtout dans certains villages du Plateau Central (Ganzourgou, Kouritenga, Sanmatenga) et aussi dans le pays gourounsi (Sissili et Nahouri) que les deux "formes" de *P. biglobosa* ont été rencontrées. Dans la partie ouest et sud du pays, les paysans ne font pas la différence entre ces deux "types".

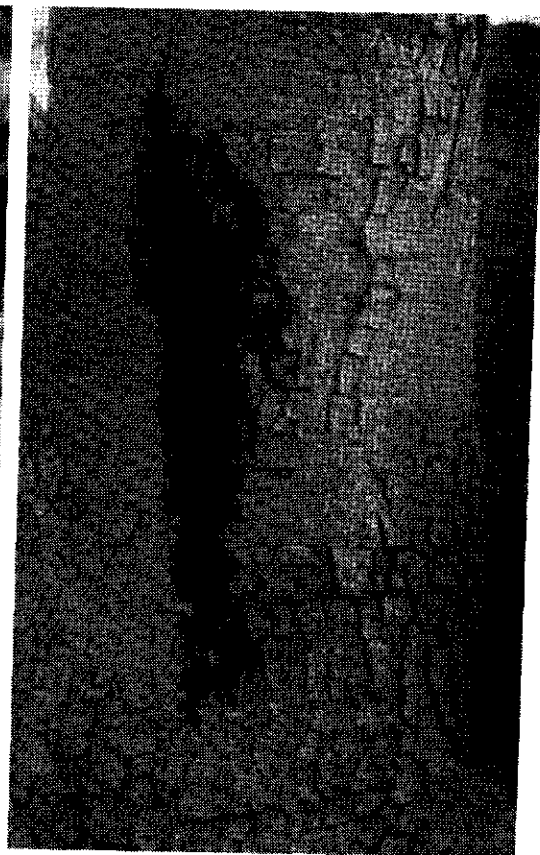
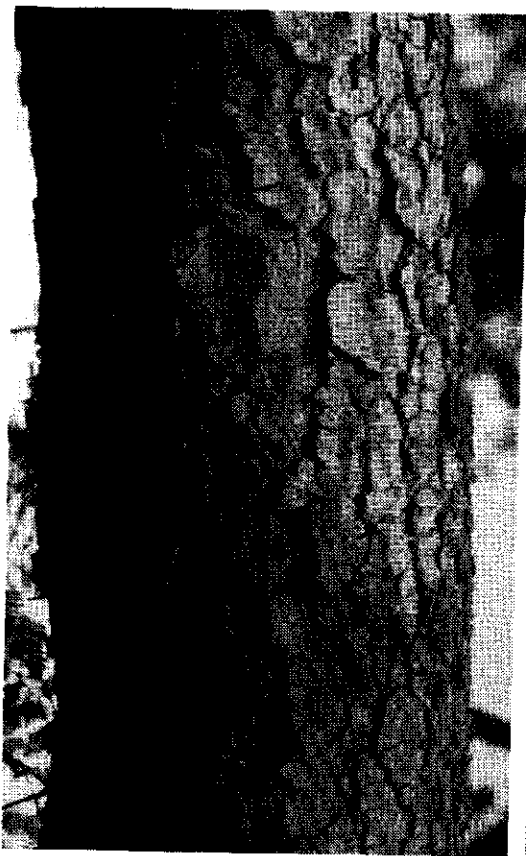


Figure 4.14 Néré noir avec principales caractéristiques décrits au tableau 4.7

Figure 4.15 Néré blanc

Le tableau 4.7 présente la synthèse du savoir paysan sur la variabilité du Néré, en particulier les caractères des deux formes de Néré. Elles concernent toutes les provinces visitées. Tous ces éléments distinctifs, qui caractérisent les deux formes de Néré ne sont pas absolus. Il arrive quelquefois que les fruits d'un Néré blanc aient les qualités des fruits d'un néré noir et réciproquement.

**Tableau 4.7** Caractères distinctifs des deux types de Néré "blanc" et "noir"

CARACTERES DISTINCTIFS	NERE "NOIR" OU "FONCE"	NERE "BLANC" OU "BRUN"
<b>Ecorce</b> - couleur - texture	noirâtre écailleuse, se présentant sous forme de plaques facilement détachables	blanchâtre pas de plaques détachables texture plus lisse
<b>Tronc/Branches</b> - qualité du bois	résistant aux attaques, peut être utilisé comme perche pour hangar	moins résistant aux attaques
<b>Fruits</b> - couleur de l'exocarpe - rapport graines/pulpe - structure de la gousse	noirâtre plus de graines que de pulpe graines saillantes sur la gousse	blanchâtre plus de pulpe que de graines gousses plates
<b>Graines</b> - couleur - taille - poids - forme - consistance  - qualité du soubala	noirâtre petites lourdes ronde denses  bonne qualité	moins noirâtres grosses légères plate moins consistances: s'applatissent en cours de la préparation du soubala qualité moindre
<b>Pulpe</b> - couleur - teneur en sucre - consistance de la farine	jaune foncé élevé consistante	moins jaune moins sucrée moins consistante
<b>Longévité</b>	plus longévité	moins longévité
<b>Résistance aux attaques</b>	plus résistant	moins résistant
<b>Croissance (individuelle)</b>	lente	rapide
<b>Entrée en production</b>	tardive	précoce
<b>Reproduction</b>	donne une descendance ayant les caractères du néré noir	donne une descendance ayant les qualités du néré blanc
<b>Pharmacopée</b>	beaucoup plus recherché en pharmacopée que le néré blanc	moins sollicité en pharmacopée que le néré noir

Dans les provinces du Sud, du Sud-Ouest et de l'Ouest (Houet - Comoé - Kéné Dougou - Poni), les populations, tout en reconnaissant l'existence de différences entre les pieds, ne peuvent pas établir une relation entre un caractère botanique donné et les deux formes de Néré:

. Au Houet, et à la Comoé, la couleur de l'exocarpe n'est pas un critère de distinction. Les populations imputent la différence de couleur au degré de maturité des fruits à la récolte: plus l'exocarpe est noir, moins le fruit est mûr.

. Au Poni, la différence de couleur de la pulpe est attribuée également au degré de maturité. La pulpe de couleur jaune serait issue de fruits qui n'étaient pas bien secs avant la récolte. Par contre, les fruits mûrs, mais non secs, récoltés et séchés au soleil, auraient une pulpe de couleur blanchâtre.

. Enfin, au Kéné Dougou, quelques rares personnes reconnaissent la différence de couleur et d'aspect du tronc, mais l'attribuent à l'âge.

Même dans les régions où les deux formes ont été identifiées, certains paysans ont des avis très proches de ceux du Sud et du Sud-Ouest.

Ainsi, au Kouritibiyarga (Koupèla), les populations reconnaissent qu'il existe une différence de couleur entre les pieds, mais pour eux, la couleur de l'écorce serait fonction de l'âge de l'individu. Ainsi les individus âgés ou très âgés auraient, en général, une écorce noirâtre tandis que les jeunes pieds auraient une écorce blanc-brunâtre. C'est donc avec l'âge que l'écorce deviendrait de plus en plus noirâtre.

Interrogés sur le fait que certains jeunes néré auraient déjà une écorce noirâtre, les paysans pensent que la couleur serait déterminée par certaines conditions particulières dans le sol. Ils expliquent en outre la rareté du Néré blanc par le fait qu'il est très vulnérable aux attaques.

En dernière analyse, il ressort qu'au Burkina Faso le Néré blanc serait une forme à croissance rapide mais sensible aux attaques tandis que le Néré noir serait une forme plus résistante, plus longévité, plus appréciée, car étant plus productive en fruits de meilleure qualité.

#### 4.4 Discussion

L'étude socio-économique et culturelle de *P. biglobosa* aura permis de recueillir et de révéler le savoir paysan ancestral ainsi que les attitudes, les usages et les pratiques d'aménagement des peuplements et des arbres. Elle a permis de mieux comprendre les motivations des paysans à conserver et à assister la régénération naturelle, à planter et à continuer de tirer un meilleur profit de ces arbres.

Cette représentation paysanne de l'arbre ne coïncide pas souvent avec la vision et la compréhension qu'ont la plupart des intervenants extérieurs à la communauté villageoise. L'intérêt de cette étude ethnobotanique est grand, car elle ouvre la voie pour la mise en oeuvre de projets de développement utilisant cette espèce. Elle devrait permettre d'éviter les erreurs commises par certains projets extérieurs qui ont entraîné une désorganisation de l'espace du terroir villageois. Il est donc tout à fait logique que de tels projets soient perçus par les paysans comme des intrusions étrangères virtuellement porteuses de danger et qui suscitent la méfiance (Bergeret et Ribot, 1990).

#### 4.4.1 Le Néré, espèce à fonctions multiples (EFM)

L'annexe 1 schématise les fonctions multidimensionnelles de *P. biglobosa*. En effet, tous les organes de cet arbre sont largement valorisés pour la satisfaction des besoins de l'homme. Les colonnes de gauche font ressortir les usages multiples tandis que les colonnes de droite résument les fonctions spirituelles de l'arbre. Hormis les racines et les fleurs, toutes les autres parties de l'arbre interviennent dans les rites, les coutumes, les préparations de divers fétiches et de médicaments.

En ce qui concerne les termes employés, il convient de remarquer que l'expression "arbre à usage multiple" fait ressortir les usages matériels quantifiables en mettant l'accent sur le rôle économique. Wiersum (1985) a distingué différentes fonctions des arbres, liées d'une part à la conservation et d'autre part à la production. Une telle distinction a été également proposée par les usages matériels, de tenir compte des fonctions spirituelles, généralement négligées ou ignorées car étant non quantifiables et considérées avec une vision extérieure à la communauté villageoise. En effet, les fonctions spirituelles justifient et motivent dans une grande mesure les populations à poursuivre les actions de conservation des parcs de Néré. C'est pourquoi l'expression "espèce à fonctions multiples" ou "espèce à fonctions multidimensionnelles" est moins restrictive et pourrait être appropriée pour des espèces telles que *P. biglobosa*, qui remplissent des fonctions spirituelles très importantes de même que *Tamarindus indica*, *Adansonia digitata*, *Ficus thonningii*, *Commiphora africana*, *Moringa oleifera*, etc.

#### 4.4.2 La signification des noms et leur impact sur la diversité de *P. biglobosa*

Géographiquement, les données recueillies sur les noms couvrent une grande partie de l'aire de répartition de l'espèce. Les différents groupes linguistiques concernés sont: Tchadique, Fulfuldé, Haoussa, Zarma, Nigéria, Togo, Bénin, Mossi, Mandingue, Wolof, Sèrère.

La diversité lexicale et grammaticale est énorme. En effet, l'absence de termes (racines) communs entre les différents groupes linguistiques plaiderait pour une origine commune très ancienne de l'espèce, peut-être de plusieurs millénaires. Autrement dit, il serait possible que la séparation entre ces différentes communautés (ethnies) se soit déroulée il y a très longtemps, ce qui a entraîné des appellations différentes d'ordre génétique. Cependant, c'est seulement à l'intérieur des groupes linguistiques que des terminologies ou racines communes peuvent être rencontrées.

Selon Grünmeier (1990), l'origine du genre *Parkia* remonterait à l'époque du continent de Gondwana. Ce n'est qu'après la séparation des continents que les différentes espèces se seraient différenciées avec *P. biglobosa* en Afrique Occidentale et Centrale. Cependant, compte tenu des informations encore fragmentaires et insuffisantes, les modèles relatifs aux changements climatiques dans le passé tels que la notion des refuges du pléistocène ne suffisent pas encore à expliquer la distribution des espèces en relation avec diversité écologique (Hopkins & White, 1984).

Des emprunts existent quelque fois pour les noms donnés aux produits véhiculés et commercialisés (Soumbala, Dawadawa...), selon que certaines ethnies n'ont pas une tradition dans ce domaine. C'est notamment le cas de celles qui vivent dans les zones forestières ou désertiques (cas du pays baoulé, des karé de Centre-afrique, des didiya de

l'est du Tchad). Dans ces régions où les graines ne sont pas largement valorisées, la dispersion pourrait être assurée par des singes (Ake Assi, comm. pers.).

Par contre, plusieurs ethnies de savane, à savoir les Sénéfou, Gourou, Malinké, Mossi, etc... s'intéressent et connaissent des méthodes de transformation des graines pour les utiliser dans la préparation des sauces.

Il est probable que ces ethnies aient contribué de manière plus importante à la dispersion de cette espèce dans les zones où elles se sont installées, soit à partir des sources locales, soit à partir de sources provenant des régions où elles sont originaires. De même les grands déplacements de populations, à savoir les guerres, les travaux forcés pour la construction de routes et de chemins de fer auraient également eu un certain impact sur la dispersion et le brassage des populations à l'intérieur et entre différentes régions. C'est pour cette raison que l'histoire de ces différentes sociétés, leur origine, leurs pratiques et les rapports entre les différentes ethnies apporteront un éclairage et sans doute des éléments nouveaux pour une meilleure compréhension de la répartition des peuplements et de la structure de la diversité génétique de cette espèce.

Il est possible de penser qu'en des temps reculés, peut-être très anciens, des dispersions et des brassages de populations de *P. biglobosa* auraient été réalisés entre des régions relativement éloignées entre elles, par l'intermédiaire de certains faits sociaux et historiques (migrations, guerres, conquêtes, travaux forcés...). Ces mouvements d'hommes et de sociétés auraient alors contribué soit à l'introduction de l'espèce dans des régions où elle n'était pas encore représentée, soit à l'établissement de parcs de nérés dont la provenance serait différente des sources locales. Par la suite, ces peuplements se seraient développés comme une tâche d'huile, mélangés avec les provenances locales, en fonction des mouvements et des activités humaines internes.

Il est certain que le recueil minutieux des noms des arbres sur le terrain, dans le maximum de langues, pourrait aider à déterminer les routes de diffusion de cet arbre utile, alimentaire en Afrique occidentale et centrale. De ce fait, notre contribution pourrait être exploitée et approfondie par les linguistes travaillant dans ce domaine.

#### 4.4.3 L'impact de la légende populaire sur la production et la conservation des ressources génétiques de *Parkia biglobosa*

Le savoir populaire véhicule l'image du néré, comme une ressource commune à la communauté dont le but serait de renforcer la cohésion du groupe. En plus, le Néré apparaît comme un symbole de la continuité et des cycles de développement des communautés.

Les légendes, proverbes et contes portant sur l'espèce illustrent le savoir acquis par l'expérience empirique et intuitive du paysan et qui, au fil des ans, a fait ses preuves. Ce savoir ancestral est désormais acquis, accepté et transmis fidèlement par la communauté villageoise d'une génération à une autre.

Elle enseigne et vulgarise les règles traditionnelles de protection, de conservation et d'utilisation des arbres et de leurs produits. Pour que ces règles soient davantage efficaces, la légende leur confère un caractère sacré, lié au culte des ancêtres. Par ailleurs, les dispositions réglementaires traditionnelles stipulent que le non respect de ces règles pourrait entraîner des conséquences graves telle que la destruction du contrevenant et de ses biens par la foudre (colère foudroyante des ancêtres) ou l'exprop-

riation du champ à titre de sanction dissuasive.

Comme il est possible de le constater, la légende populaire a contribué pendant longtemps à l'observation de règles rigoureuses dans le respect des coutumes aussi bien pour *P. biglobosa* que d'autres espèces telles que *Faidherbia albida* (Sollart, 1986).

Ainsi au Burkina, la légende populaire reconnaît à cet arbre son **attachement** à l'homme, par une relation d'amour, d'entraide réciproque, et qui consiste au donner et au recevoir.

Le Néré est le symbole d'une riche **relation d'amour** avec l'homme. Amour profond d'une mère pour ses enfants, d'une fiancée pour son amant, d'un père pour ses héritiers. Cependant l'intérêt de l'homme pour cet arbre ne doit, en aucun cas, être une cause de discorde sociale pouvant entraîner la séparation, auquel cas l'arbre se désengage de son amour pour "ne pas produire d'une année sur l'autre".

Par ailleurs, il y a une **relation d'interdépendance et de bénéfice réciproque** entre l'homme et l'arbre. Si le Néré porte des fruits, c'est grâce à l'homme qui assure sa dispersion, le protège et l'entretient. D'où la nécessité pour la survie et la production du Néré, de **demeurer** dans les pensées de l'homme à travers ses paroles, ses croyances et son travail. En retour l'homme a besoin du Néré pour vivre ou survivre. C'est une relation profonde et durable qui s'établit entre l'homme et cet arbre dès sa naissance et qui continue après sa mort; elle est transmise à sa descendance à travers la légende populaire, l'héritage et les croyances qui, pour acquérir ce savoir ancestral, a besoin du parc de Néré; d'où la nécessité de le conserver afin de pouvoir assurer cette fonction spirituelle.

Elle est **profonde** dans la mesure où l'arbre intervient et influence l'homme à différentes étapes de sa vie. Il est représenté à sa naissance, lors de l'accouchement et permet à l'enfant qui est sorti des entrailles de sa mère d'entrer en contact avec le monde extérieur. Ainsi, le Néré est utilisé comme support pour intercéder en faveur de la vie de cet enfant. Elle se développe, jalonne et marque la vie de l'homme dans la société. (Le circoncision ou l'excision qui représente le passage de l'enfance à l'adolescence; les fiançailles et le mariage, le passage de l'adolescence à la vie adulte et les funérailles qui marquent la vieillesse et la mort). Comme le dit la légende, les morts ne sont pas morts, ils sont dans l'arbre. En effet, pour le paysan, la mort représente le début d'une nouvelle vie avec les ancêtres et cet arbre sert de support pour accueillir et abriter l'âme du défunt. Connaissant le respect que doit le vivant au mort, on comprend donc le respect du vivant pour cet arbre qui est le substitut du mort et le support du vivant (Seignobos, 1991). Il contribue donc à sa vie et à sa survie en le nourrissant, en le soignant ainsi que ses animaux, en améliorant son bien-être, en l'abritant après sa mort. C'est un arbre respecté et vénéré dans la société, autrement dit un arbre social.

En fondant le village, les ancêtres ont obtenu du monde invisible le droit d'usage de la brousse et de ses arbres non seulement pour eux-mêmes, mais aussi pour leurs descendants. Ainsi, les générations présentes ou futures partageront les mêmes droits. En retour ils ont tous le devoir d'assurer la vie des leurs en agissant simultanément dans les domaines visible et invisible (Chaumie, 1984).

Le terroir du village avec tout ce qu'il contient comme ressource est donc le fruit d'une alliance établie et conclue entre les ancêtres fondateurs et les esprits. Dès lors, la production, la gestion et l'utilisation de ces ressources est fonction de cette alliance.

Ainsi le néré apparaît, selon le savoir ancestral, comme un symbole des êtres invisibles. On y recourt à chaque fois comme pour rappeler et perpétuer l'alliance qui



a été conclue et implorer les bénéfices légitimes telles que la vie à la naissance, la maturité à l'initiation, la protection contre les esprits du mal, etc...

Elle est **durable** en ce sens qu'elle se maintient dans l'espace et dans le temps. Elle occupe donc une triple dimension, humaine, temporelle et spatiale. En effet, cette relation se maintient dans le temps grâce à la régénération qui est assurée par l'homme, depuis longtemps, peut-être des millénaires; l'arbre suit ou accompagne l'homme là où il va, lors de ses longs déplacements, des guerres, des conquêtes et lorsqu'il ne peut plus régénérer, c'est plutôt l'homme qui le rejoint dans les zones plus favorables. Cet attachement peut être très fort jusqu'à ce que l'homme et le groupe s'identifient à cet arbre pour porter le même nom comme c'est le cas de certains villages, de certaines grandes villes et même de certaines grandes ethnies.

Ainsi, c'est une **relation multidimensionnelle** qui s'établit, se développe et se perpétue entre l'homme et cet arbre. Elle est d'ordre spirituel et matériel et s'applique dans le temps et dans l'espace. Cette communion profonde permet à l'homme de répondre aux besoins de son corps, de son esprit et de son âme.

C'est donc une **relation harmonieuse** entre une ressource utile aux besoins de la vie agricole et pastorale; les prélèvements sont continuels au long des saisons et des années et la transmission d'une génération à l'autre de ce savoir ancestral implique la présence en permanence de cet arbre (Bergeret et Ribot, 1990).

En intégrant symboliquement ce savoir traditionnel dans la légende populaire, les paysans garantissent et assurent ainsi la production, la protection mais aussi la conservation dynamique de ces ressources génétiques utiles pour les générations futures.

#### 4.4.4 Développement des phytopratiques traditionnelles

La présence du Néré dans le champ relève d'un compromis dont la finalité est la diversification de la production agricole. Ainsi le Néré réduit les risques pour les producteurs, surtout en situation de crise ou conditions environnementales variables et incertaines. L'influence négative des grands nérés peut être notablement minimisée par des tailles de formation appropriées. Parmi les interventions sylvicoles possibles, la taille est celle qui est particulièrement recommandée pour *P. biglobosa* en raison de son fort potentiel de rejet (comme généralement les plantes de la famille des Leguminosae: Oldeman, 1986), comparé par exemple au *Vitellaria paradoxa* (Karité) de la famille des Sapotaceae qui a un pouvoir de régénération faible.

#### 4.4.5 Régénération artificielle et plantation d'arbres

La régénération artificielle du Néré est possible. L'étude ethnobotanique a permis de relever quelques pratiques traditionnelles de régénération de l'espèce tant au Burkina Faso, au Bénin que dans les autres pays en Afrique Occidentale et Centrale. Il s'agit entre autres, de semis en même temps que d'autres cultures et de semis directs pour l'établissement de vergers. De telles pratiques méritent d'être vulgarisées là où cela est possible. En effet, hormis les contraintes écologiques, dans certaines régions, la régénération artificielle, assistée par l'homme, est compromise en raison de certaines croyances ancestrales. Il s'agira donc de mieux comprendre ces perceptions paysannes afin de rechercher les meilleures voies pour lever ces contraintes sociales.

Compte tenu des contraintes liées à la régénération naturelle des parcs de Nérés et des possibilités de régénération artificielle, par semis direct ou par plantation, ainsi que des résultats encourageants obtenus pour le greffage (Ouédraogo et Tolkamp, sous presse), il est possible de penser que des actions de sauvegarde et de reconstitution des parcs de néré sont envisageables à grande échelle. Il s'avère donc nécessaire d'approfondir les études sur les pratiques locales de régénération des parcs de Nérés en vue de proposer des méthodes et techniques efficaces de régénération artificielle là où les conditions sont favorables (Nikiéma, 1994).

Une bonne connaissance de l'état et de la structure des populations de *P. biglobosa* est cependant essentielle si l'on veut mener à bien des actions de conservation des ressources génétiques. Cette conservation a essentiellement pour but de veiller à ce que la population demeure saine ou de la restaurer. Pour ce faire, disposer des connaissances sur la structure de la population et de l'état de la régénération est fondamental pour le développement des techniques et approches d'aménagement. A ce niveau, il y a un manque presque général d'informations sur les espèces des régions sahéliennes et soudaniennes. Jusqu'à présent, les observations réalisées ne semblent pas constantes particulièrement en termes du nombre des individus mesurés, des méthodes d'échantillonnage et de leur objectivité. Des efforts récents ont cependant été déployés, ce qui a permis une meilleure connaissance de la biologie de la régénération d'*Anogeissus leiocarpus* (Kambou, 1992).

De tels efforts mériteraient donc d'être développés pour *P. biglobosa*, comme ceux prévus dans le cadre du projet régional "Conservation de ressources génétiques et amélioration génétique de *Parkia biglobosa*".

Par ailleurs, les conditions de réalisation et de développement de plantations sous forme de vergers de *Parkia* devraient être étudiées à partir des expériences de plantation réalisées dans les différents pays (Burkina Faso et Nord-Bénin).

#### 4.4.6 Valorisation des produits du *P. biglobosa* pour une alimentation saine et équilibrée

Les plus grandes pathologies nutritionnelles identifiées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) sont toutes largement représentées dans les pays en voie de développement. La plus répandue est la malnutrition protéino-énergétique (Lemonnier et Ingenbleck, 1989). Trouver des aliments énergétiques et riches en protéines à moindre coût devient de plus en plus difficile en raison du revenu faible des populations. Certains produits traditionnels sont riches, mais peu valorisés jusqu'à présent. Cependant, les résultats des analyses chimiques ont montré que les produits du néré sont très riches en protéines et en sucres et pourraient contribuer à résorber les carences nutritionnelles des populations s'ils étaient suffisamment valorisés. Par ailleurs, les oligo-éléments cités ci-dessous sont également présents dans les produits du néré. En tant que biocatalyseurs, ils peuvent participer à la régulation des fonctions vitales dans l'organisme (Ouédraogo, 1987):

- . le manganèse intervient dans la formation de l'hémoglobine. La carence en manganèse dans l'apport alimentaire favorise l'apparition des différentes maladies telles que l'urticaire, l'œdème de Quincke, les prurits chroniques;
- . le cuivre est strictement indispensable et sa carence entraîne de très graves maladies telle que l'anémie;

- . le zinc a une importance déterminante pour la santé. Sa carence entraîne une perte de poids et une diminution de la teneur de plus de 70 enzymes;
- . le fer joue un rôle très important dans la mesure où sa carence entraîne une anémie ferriprive;
- . le sélénium est également un oligo-élément important dans la mesure où il assure la régulation de la respiration.

Comme on peut le constater, les produits du Néré sont nécessaires pour augmenter l'apport protidique du régime alimentaire des populations qui est essentiellement constitué de céréales, ce qui permet de réduire les déséquilibres alimentaires en protéines et d'améliorer la santé des populations (van der Maesen et Ouédraogo, 1991). Malheureusement, les marchés urbains et même villageois sont de plus en plus inondés en cubes importés, à base de glutamate ou de "Maggi" monosodique dont l'intérêt nutritionnel est inexistant, sinon que ce sont des exhausteurs de goût. Cela entraîne une forte concurrence, la négligence et la non-utilisation des produits du Néré.

En outre, ces importations entraînent de fortes sorties de devises nationales, aggravant ainsi la dette extérieure et exacerbant la crise économique. D'où la nécessité de rechercher les voies et moyens possibles pour valoriser des produits alimentaires tels que ceux du Néré.

Les solutions pourraient passer par:

- . la maîtrise de la sylviculture de l'espèce afin de réaliser des plantations ou des vergers à partir de matériel végétal amélioré performant et très productif;
- . la mise au point de technologies industrielles de transformation de la pulpe et des graines de Néré. Le résultat à atteindre est de produire à l'échelle industrielle des jus de Néré, des biscuits, des assaisonnées industriels à base de soumbala ainsi que des farines pour la préparation des bouillies infantiles;
- . l'amélioration des techniques et méthodes traditionnelles de conservation de la pulpe et des graines de Néré.

En outre, la valorisation du Néré, tout comme les autres arbres qui ont un rôle alimentaire, passera par la poursuite de la mise en oeuvre des recommandations de la conférence internationale sur l'alimentation et la nutrition en Afrique tropicale (Cereghette, 1955), notamment en ce qui concerne les efforts de caractérisation génétique du matériel végétal et de détermination de la composition chimique des produits du néré pouvant être utilisés comme aliments de base, aliments secondaires d'appoint ou aliments de disette.

Il ne s'agit pas de rechercher des solutions de luxe, mais de faire face à une grande nécessité eu égard aux besoins des populations qui sont importants. "Dans le cadre d'un développement espéré, les pays en développement ne doivent pas forcément adopter le modèle alimentaire dominant des pays occidentaux en laissant faire et payer le tribut aux pathologies associées à ce modèle: ils ont plutôt intérêt à chercher à valoriser les aspects positifs de leurs alimentations traditionnelles" (Lemonnier, Ingenbleck 1989).

C'est après l'avènement des indépendances qu'il y a eu dans nos pays, un délaissement quasi total des produits de cueillette dû à l'abondance des plantes alimentaires introduites, plus accessibles. Cette négligence a entraîné l'exploitation inconsidérée de la végétation naturelle et l'érosion génétique de certaines espèces dont le néré (Aké Assi, 1991). De ce fait, il est nécessaire de soutenir les solutions techniques par une volonté politique des gouvernements ainsi qu'une assistance de la communauté

internationale.

#### 4.4.7 Valorisation en médecine traditionnelle et en pharmacopée

Les informations obtenues relèvent du savoir faire et d'une expérience ancestrale acquise par les populations. Ces connaissances et pratiques se seraient perpétuées chez les guérisseurs de génération en génération, principalement par la transmission des connaissances thérapeutiques et de l'art médical, oralement surtout et récemment par écrit (Kabangou, 1988).

Cette médecine traditionnelle procède d'une approche globalisée. Au lieu de ne s'intéresser qu'à l'aspect physique du patient, c'est-à-dire à son corps seulement, la médecine traditionnelle utilise également une démarche qui tient compte à la fois des dimensions corporelles ou physiques et psychosociales du patient et de sa famille.

Ainsi selon Bokemo, (1984), il se dégage deux grandes tendances au sein de la médecine traditionnelle:

- . d'une part, l'ethnophytothérapie (ou "médecine des herboristes", des "guérisseurs" ou des "tradipraticiens") qui utilise uniquement les plantes pour soigner les malades;
- . d'autre part, la psychothérapie ou psycho-parapsychothérapie qui emploie les plantes et les autres produits, accompagnés de rites thérapeutiques pour soigner les maladies. Ces rites, peuvent être des cérémonies divinatoires, des danses, des incantations, des paroles rituelles, etc... Elle est caractérisée par le fait que les conceptions et les croyances aux maladies, oppression, possession, domination par les mauvais esprits, sont inséparables de l'art médical proprement dit. Libérer le patient de ces influences constitue alors un préalable permettant ensuite au médicament de soigner la maladie.

Sans ignorer cette tendance, notre travail s'est intéressé d'abord à recenser les différentes maladies traitées par le *Néré* ainsi que les recettes utilisées dans les différents groupes ethniques visités, ce qui relève donc simplement de l'ethnophytothérapie.

Ainsi *P. biglobosa* se révèle comme une plante médicinale particulièrement intéressante. En effet, plusieurs organes de l'arbre, à savoir les racines, les écorces du tronc, des tiges et des branches, les feuilles, les fleurs, l'exocarpe des gousses, la pulpe, les graines crues ou transformées, tous contiennent des substances qui sont utilisées à des fins thérapeutiques. La large gamme des maladies traitées ainsi que la concordance et/ou la similitude de recettes recommandées dans les divers groupes ethniques des différents pays confirment l'intérêt de cet arbre en médecine traditionnelle. Par conséquent le *Néré* mériterait d'être considéré comme une espèce prioritaire et pris en compte dans les études scientifiques pouvant conduire à la découverte, soit de nouveaux médicaments, soit de nouvelles techniques de prévention, de diagnostic ou de traitement des maladies. En ce sens, les connaissances et les expériences de la médecine traditionnelle se rapportant au *Néré* pourraient être une contribution complémentaire et fructueuse à la médecine moderne et permettre dans une certaine mesure la réussite de l'objectif de "Santé pour tous d'ici à l'an 2000".

La valorisation de cet arbre, tout comme les autres, en médecine traditionnelle implique une approche multidisciplinaire. Longtemps confiée aux guérisseurs des villages et des villes, la valorisation de cet arbre passe par la contribution des natifs, sociologues, ethnologues, anthropologues, médecins, pharmaciens, botanistes forestiers, etc... En outre le caractère régional, bilatéral et international des efforts à développer pour valoriser le

né en médecine traditionnelle est bien compris. Cependant, un tel large pool d'intervenants autour d'un sujet pose des problèmes d'harmonisation des priorités, des méthodes et d'approches pour les recherches aussi bien sur le terrain qu'en laboratoire. Hormis la méthode ethnobotanique, la valorisation du né en tant que plante médicinale pour la mise au point des médicaments nouveaux d'origine végétale serait "l'ethnopharmacognésie", qui consisterait (ACCT, 1988), après étude précise de la pharmacopée traditionnelle à :

- . sélectionner les tests pharmacologiques les mieux adaptés à cette ou ces plantes, en menant en parallèle des tests in vitro s'ils sont nécessaires et des tests in vivo.
- . fractionner la plante pour isoler le produit actif en étant guidé par les résultats pharmacologiques.

Par la suite, il convient de déterminer les détails concernant :

- . la partie de la plante utilisée;
- . la période de récolte, le mode de séchage, de préparation et d'utilisation;
- . les indications thérapeutiques (symptômes);
- . la part de la magie, de la sorcellerie et du charlatanisme qui entoure souvent l'usage de la plante.

A ce titre, notre travail constitue une contribution tant à l'ethnobotanique qu'à l'ethnopharmacognésie du Né.

#### 4.4.8 Complémentarité entre le savoir traditionnel et le savoir scientifique

Les communautés locales ont capitalisé tout au long des générations un savoir pratique, empirique qui s'est développé à partir de plusieurs années d'observation et de vérification sur le terrain. Cela confère donc au savoir traditionnel l'avantage d'être maintenant stable et de pouvoir répondre à des situations variées et complexes.

Il peut sembler superflu de mentionner ici la nécessité de prendre au sérieux et de considérer comme source d'information pour la recherche le savoir traditionnel et pour cause. En effet, les recherches entreprises sur *P. biglobosa* depuis plus d'une décennie auraient connu de meilleurs développements si le savoir populaire avait été suffisamment valorisé. L'on s'est plus préoccupé de savoir "comment pousse le Né" que "comment faire pousser le Né". Cette dernière question implique et nécessite la connaissance des perceptions et des expériences des principaux acteurs que sont les paysans.

Les différentes enquêtes menées auprès des paysans ont mis en évidence que leur compréhension et leurs connaissances sur le né peuvent compléter très utilement la connaissance scientifique. Mieux encore, lorsque cela est bien pensé, ils peuvent être réellement mis à contribution pour compléter les ressources humaines scientifiques qui font souvent défaut. Il ne s'agit pas de "ré-inventer" des techniques traditionnelles déjà appliquées mais de les connaître et de les analyser en vue de mieux les comprendre pour les améliorer si nécessaire. En effet, dans la plupart des cas, ces techniques traditionnelles sont ignorées, ce qui conduit à une perte de compréhension. Ainsi l'approche ethnobotanique permettra de concevoir et de mettre en oeuvre des recherches adaptées et appropriées, sur des hypothèses réalistes.

Certains projets de développement ont échoué en raison de la méconnaissance d'une part de l'utilisation des terres et d'autre part des stratégies de gestion des arbres, de même que des caractéristiques socio-culturelles des populations locales. Il est donc

nécessaire que la planification des projets soit basée sur le recueil et l'analyse préalable du savoir indigène et des pratiques pour proposer leur amélioration (K. Sollart, 1986).

La promotion du néré en milieu paysan passe par un programme de sélection et d'amélioration de la qualité génétique du matériel végétal. Il s'agit donc d'évaluer les caractéristiques désirées telles que la qualité, la quantité, la valeur socio-économique. En vue de préciser les critères, il est nécessaire de connaître et de mettre à profit le savoir indigène sur les critères de sélection du néré. Les résultats obtenus montrent que le savoir paysan sur la diversité du néré est riche et peut être complémentaire au savoir scientifique. Ce savoir est cependant détenu par les membres de la communauté locale à divers niveaux (hommes, femmes, jeunes, etc...) et de nature variée (précise, floue, fausse). Il est donc nécessaire de capturer ce savoir, de le structurer et de l'analyser par un certain nombre de techniques. Dans le cadre du projet régional "Conservation du germoplasme et amélioration de *P. biglobosa*, il est proposé d'utiliser des techniques d'élucidation et de représentation formelle du savoir paysan de manière à traduire ces informations en langage scientifique (Teklehaimanot, 1991). Le savoir indigène ainsi collecté sera stocké en tant que base de données informatique afin de permettre une rigoureuse et transparente image de la compréhension locale. De telles informations pourraient être révisées, complétées jusqu'à ce qu'elles soient prêtes à être utilisées comme données scientifiques (SAFS, 1991).

C'est ainsi qu'à partir du savoir traditionnel, il est nécessaire de poursuivre les études sur le "Néré noir" et le "Néré blanc ou brun" afin d'étudier la variabilité individuelle (électrophorèse enzymatique) afin de caractériser les deux formes de Néré. De même, ces informations complétées et vérifiées par celles de l'étude biosystématique permettront de définir des critères de sélection en peuplement, utilisables lors des prospections et des récoltes. Enfin, ce savoir indigène est également utile pour mieux définir des idéotypes de néré alliant à la fois production de cultures vivrières et produits.

Les problèmes à résoudre sont à la fois importants et urgents. En effet, les problèmes économiques liés au développement en Afrique occidentale et centrale, avec pour conséquence la pauvreté et la misère, sont aggravés par les contraintes climatiques. Face à cette course aux solutions, l'on peut être tenté de rechercher des solutions extérieures à la communauté villageoise. Bien au contraire pour y apporter des solutions, il faut puiser dans le savoir ancestral des sociétés paysannes qui ont su vivre dans ce climat, y domestiquer leurs arbres et modeler ces paysages durant des millénaires.

Comme l'a si bien dit Bahuchet (1991), la responsabilité de ceux qui veulent intervenir dans le devenir de ces peuples est très grande; aussi faut-il appeler, peut-être à une certaine humilité face à ces sociétés qui ont su domestiquer de grandes plantes (comme le sorgho) qu'ils ont ensuite léguées au monde entier, qui ont su vivre pendant des millénaires dans ces zones difficiles qui portent encore la trace des aménagements de l'homme.

## V. Etude de *Parkia biglobosa* au Burkina Faso

### 5.1 Introduction

Au Burkina Faso, tout comme dans de nombreux autres pays d'Afrique soudanienne, le néré revêt une importance socio-économique et culturelle considérable (chapitre 4).

Depuis les années 70, certains travaux importants ont été consacrés à l'espèce dans le but de faire connaître ses potentialités et de motiver des recherches plus approfondies (CESUP-CVRS, 1971; Terrible, 1975; CTFT, 1979; Guinko, 1984; Yaméogo, 1986; Bonkougou, 1987).

A partir des années 80, des moyens plus importants ont été consacrés aux recherches sur *P. biglobosa* au Centre National de Semences Forestières de Ouagadougou (Ouédraogo, 1984; CNSF, 1985). Ainsi une série de travaux ont été réalisés en vue de rassembler de manière méthodique des informations en vue de proposer des stratégies pour la sélection et l'utilisation de cette espèce (Maïga, 1988; Ouédraogo, 1988a; Lengkeek, 1992; Binnekamp, 1992; de Haan 1993; Nikiéma, 1994; Buitelaar, 1992; Buitelaar 1994; Sina, 1994).

La plupart de ces travaux cités ci-dessus ont été réalisés dans le cadre ou en relation avec notre recherche. L'ensemble de tous ces efforts a abouti en 1993 à la mise en oeuvre d'un projet international de recherche sur la conservation et l'utilisation des ressources génétiques de *P. biglobosa* en Afrique de l'Ouest incluant le Burkina Faso, le Nigéria ainsi que couvrant 10 autres pays en Afrique soudanienne (Teklehaimanot, 1993).

### 5.2 Répartition de *Parkia biglobosa* au Burkina Faso

Co-auteur: A.A. Maïga

#### 5.2.1 Répartition

Des travaux importants ont été consacrés à la répartition de *P. biglobosa* au Burkina Faso (Terrible, 1975). Ces travaux ont été approfondis par Maïga (1988). Trois grands ensembles peuvent être distingués (fig. 5.2.1).

##### *Ensemble A*

C'est la région au-delà du 14<sup>ème</sup> parallèle, à climat sahélien, dans laquelle l'espèce ne se rencontre pas à l'état spontané. Tous les individus présents actuellement ont été plantés dans des jardins situés aux abords des cours d'eau et la production fruitière est très basse.

##### *Ensemble B*

C'est la région du pays située entre le 14<sup>ème</sup> parallèle et la limite nord de répartition spontanée du néré, à climat sud sahélien et nord-soudanien (fig. 5.2.1). On y distingue 2 zones.

- La zone comprise entre le 14<sup>ème</sup> parallèle et la limite nord de répartition spontanée de l'espèce. Le néré y est absent à l'état spontané. Tous les individus rencontrés sont issus

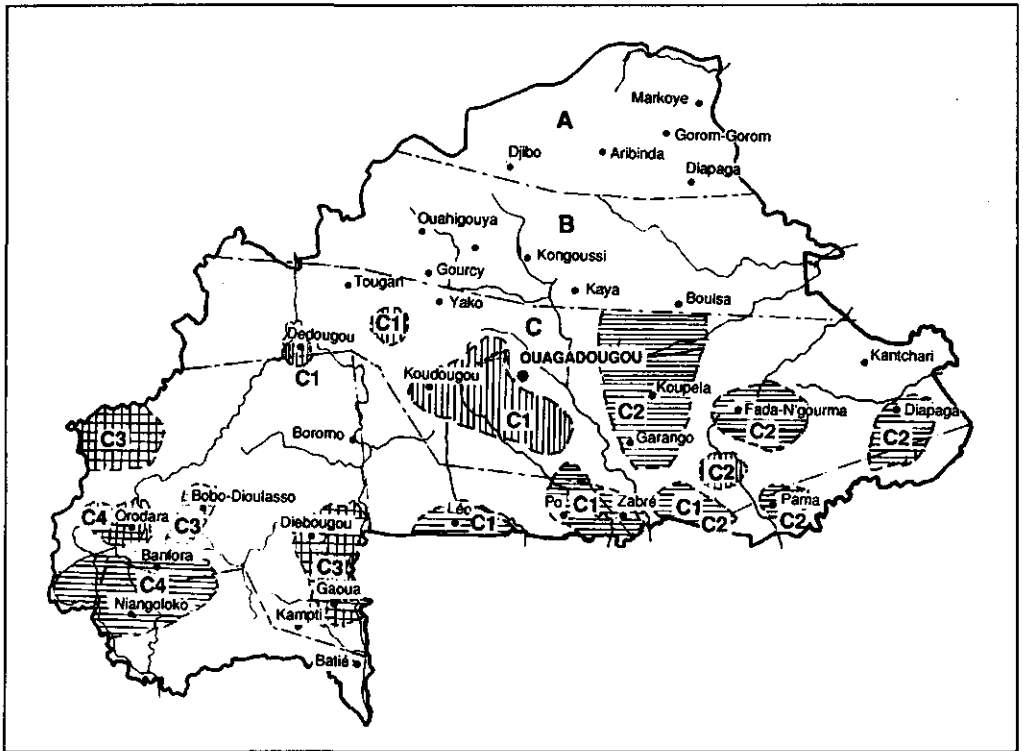


Figure 5.2.1 Répartition de *Parkia biglobosa* au Burkina Faso (selon Maïga, 1988, modifiée). Trois grands ensembles peuvent être distingués, du Nord au Sud.

de plantation. Dans la partie australe de cette zone, les informations recueillies auprès des paysans font état d'une existence spontanée de l'espèce. De nos jours, le néré y est planté (semé) dans les jardins mais aussi dans les villages. Les planteurs sont plus nombreux que dans l'ensemble A et la production fruitière est meilleure.

- La zone qui s'étend entre la limite nord de répartition spontanée de l'espèce et la limite nord de répartition spontanée des peuplements. Dans sa partie nord, le néré a tendance à se cantonner dans des stations préférentielles telles que les bas-fonds, les abords de rive, les bas de collines où les conditions de survie sont meilleures. Ainsi, l'espèce aurait été représentée largement dans cette partie de par le passé mais en raison des conditions climatiques défavorables seules quelques individus sont encore en vie sur certaines stations marginales. Ces individus accusent une très faible production leur grande taille et la fissuration de leur écorce sont des signes apparents de sénescence. Dans sa partie sud, les stations préférentielles deviennent de plus en plus nombreuses.

Les pieds sont généralement vieux mais on y rencontre cependant quelques pieds adultes très isolés. Aucun peuplement naturel n'y est rencontré. La régénération est totalement absente en raison principalement des aléas climatiques. La production fruitière est meilleure que dans les cas précédents et les fruits font l'objet d'une récolte



intensive.

### *Ensemble C*

C'est la région couverte par le reste du territoire du Burkina Faso et qui correspond à la limite nord de répartition spontanée des peuplements de l'espèce et le sud du pays. On y rencontre 3 types de climat sud-soudanien et le climat sub-soudanien. C'est la zone par excellence des peuplements de *P. biglobosa*. L'espèce y est présente dans toutes les jachères, les exploitations agricoles et aux environs des villages et presque absente dans les forêts classées, réserves de faune et chasse où les activités agricoles sont réduites sinon absentes. Il est possible de caractériser les peuplements de cette région en 4 types de zones (C1, C2, C3, C4) en fonction de la densité des peuplements.

#### C1 Zone à densité de peuplements comprise entre 5 et 10 arbres/ha

(i) Ce type de zone couvre 4 régions le plateau central, à climat nord-soudanien, qui s'étend sur les provinces de l'Oubritenga, du Kadiogo, du Bazèga, de la Sissili, du Bouliemdé et du Sanguié. Les principaux types de sols que l'on rencontre sont les sols ferrugineux tropicaux et les sols peu évolués d'érosion. Tous les sites à peuplements portent l'empreinte de l'homme car ils correspondent à des jachères récentes, à des terres en cultures ou à des terres qui, suite à une exploitation intensive, sont devenus impropres à l'agriculture.

Les peuplements ont peu à peu le même âge et se trouvent entre le stade adulte et le stade vieillesse. La production y est encore satisfaisante et la régénération naturelle absente. L'espèce est généralement en association avec *Vitellaria paradoxa*, *Lannea microcarpa*, etc.... Compte tenu de la bonne production évoquée ci-dessus, le néré est conservé dans les champs par les paysans.

La faiblesse de la densité des peuplements et leur âge assez homogène relèvent de l'insuffisance de la régénération, laquelle est limitée par une utilisation très poussée des terres (insuffisance de terres cultivables, jachères plus courtes).

(ii) Le pays Samo où la densité de population est moyenne 27,8 habitants au km<sup>2</sup> (Guinko, 1984).

C'est une zone d'occupation ancienne (XV<sup>ème</sup> siècle) avec des sols peu évolués. Les peuplements rencontrés, sont de vieux peuplements ayant à peu près le même âge, localisés surtout dans les bas-fonds. Ils font l'objet d'une taille qui les rajeunit et leur permet ainsi de fructifier. La production fluctue beaucoup selon les années. La régénération naturelle est absente. Les arbres isolés ou les peuplements rencontrés sont toujours à proximité d'un village.

(iii) La province du Mouhoun en pays Bwaba aux environs de Dédougou. On y rencontre principalement des sols hydromorphes (le long du fleuve Mouhoun) et des sols ferrugineux tropicaux. La densité de population varie entre 10 à 20 habitants au km<sup>2</sup>, ce qui est relativement faible.

Les peuplements sont généralement très jeunes, peu étendus et la diffusion de l'espèce est assez faible. En effet, en dehors des zones exploitées pour l'agriculture, il existe d'immenses étendues à boisement dense et naturel où le néré est très rare.

Cependant, une certaine régénération naturelle dans les jachères et les exploitations a été constatée.

(iv) A cheval entre les provinces du Gourma et du Boulgou, la région occupée par les Gourmantché et les Yansés. La densité de population est de l'ordre de 10 habitants au km<sup>2</sup>. On y rencontre principalement des vertisols et des sols ferrugineux tropicaux. Les peuplements sont généralement adultes, concentrés autour des grands centres et la régénération est absente.

### C2 Zone à densité de peuplements comprise entre 10 et 15 arbres/ha

Ce second type de zone couvre 6 groupes de provinces:

(i) Les provinces de Ganzourgou et Kouritenga: dans la partie nord, les peuplements sont rares, les arbres sont vieux, la régénération est absente et la production est médiocre. Dans la partie sud par contre les peuplements sont plus fréquents, les pieds moins âgés et la régénération naturelle présente (surtout au sud de Zorgho).

(ii) Ce type de zone concerne également le province du Gourma aux environs de Fada, avec des sols bruns eutrophes, des sols peu évolués et des sols ferrugineux tropicaux. Les arbres y sont âgés avec cependant un bon niveau de régénération.

(iii) La province de la Tapoa. Les sols sont généralement ferrugineux, peu évolués et hydromorphes. La densité de population est assez faible, 10 habitants au km<sup>2</sup>.

C'est la zone de régénération naturelle satisfaisante et à bonne production. Elle se concentre en deux parties situées de part et d'autre de la chaîne du Gobnangou.

D'une part, dans la partie Ouest très peu cultivée, le Néré commence à diffuser avec l'exploitation récente de la zone. Les peuplements y sont pour la plupart jeunes et les jachères portent des traces de régénération. D'autre part dans la partie surexploitée, le Néré est l'espèce dominante dans les champs. Ce sont essentiellement de gros pieds très conformés qui peuvent être à l'origine des jeunes peuplements de la partie Ouest.

Dans cette partie du pays, les nérés se caractérisent par une très bonne productivité; tous les marchés abondent de la denrée (sombala et graines); c'est le point de ravitaillement des commerçants des pays limitrophes.

(iv) Les provinces du Zoundwéogo, du Nahouri et du Boulgou, notamment entre le Nazinon et le Nakabé, avec une densité de peuplements comprise entre 10 et 15 arbres à l'hectare.

Les sols y sont principalement des sols minéraux bruts, des vertisols et des sols halomorphes.

La densité de population est comprise entre 30 et 50 habitants au km<sup>2</sup> et se compose principalement de Bissa et de Gourounsi, tous agriculteurs. Sa position inter-fluviale fait d'elle une zone où sévissent la trypanosomiase et la mouche tsé-tsé. Selon la distribution de l'espèce, elle se concentre en 3 parties:

Une première partie située au nord de la province du Zoundwéogo et où les peuplements sont rares et vieux. La production est faible et la régénération absente. Une deuxième partie occupant la rive Est qui s'étend depuis la latitude de Nobéré jusqu'aux

environs de Zabré. Dans cette partie, la fréquence des peuplements est plus élevée, la régénération présente et la production très bonne.

Enfin une troisième partie occupant la rive Ouest, où les peuplements sont rares, la régénération presque absente et les arbres âgés.

(v) La province de la Sissili sur des sols ferrugineux tropicaux. La densité de population avoisine 10 habitants au km<sup>2</sup> et se compose de Gourounsi essentiellement; cependant depuis quelques années, elle reçoit les émigrants venus de la partie nord du pays. Compte tenu du faible taux d'occupation des sols, le néré y est très peu diffusé. Les peuplements équiennes sont composés de vieux arbres, mais qui grâce à de bonnes conditions climatiques sont toujours en état de production. Ils sont surtout localisés près des villages. La régénération naturelle est très rare et ne s'observe que dans les mises en exploitation récentes des émigrants Mossi.

(vi) Les peuplements couvrent une petite zone aux environs de Bitou et Pama. Aux environs de Bitou, les terres sont assez exploitées et le néré plus répandu, tandis qu'aux environs de Pama, les peuplements sont rares. Il existe cependant de vastes étendues boisées où l'espèce se rencontre quelquefois en association avec *Pterocarpus erinaceus*. Dans les champs nouvellement défriché, il est observé une bonne régénération. Dans cette région, le faible taux d'occupation des terres constitue une contrainte au développement de l'espèce.

### C3 Zone à densité de peuplements comprise entre 15 et 20 arbres/ha

(i) Ce type de zone s'étend sur les provinces de la Bougouriba et du Poni. La population essentiellement agricole, se compose de Bwaba, Lobi, Dagari et Birifor. La densité avoisine 30 à 50 habitants au km<sup>2</sup>. Comme sols on y rencontre principalement, des sols hydromorphes, des sols eutrophes et des sols ferrugineux tropicaux. Du point de vue de la répartition, on remarque une assez bonne diffusion de l'espèce. Les peuplements sont généralement du même âge et la régénération naturelle est présente.

(ii) Elle couvre également le Kénégoudou, nous y avons une population composée essentiellement de Sénoufou, avec une densité de 10 à 20 habitants au km<sup>2</sup>. Les sols dominant sont des sols hydromorphes et peu évolués. Les peuplements sont équiennes, généralement adultes, tendant vers un état de vieillesse. La production est encore très bonne mais l'espèce ne régénère presque pas.

(iii) Elle est localisée également dans le Mouhoun, elle se trouve sur des sols hydromorphes et des sols ferrallitiques. Les caractéristiques de la population sont identiques à celles de la "C2".

Contrairement à l'unité C2, les peuplements se caractérisent par leur jeunesse et la régénération est assez abondante. On peut remarquer que ces deux unités se situent de part et d'autre du Mouhoun et peuvent constituer ainsi les zones les plus anciennement exploitées. En effet, les abords des cours d'eau étant infestés par la mouche tsé-tsé et les activités anthropiques y sont limitées.

#### C4 Zone à densité de peuplement comprise entre 20 et 25 arbres/ha

(i) Elle s'étend dans la province de la Comoé, où les sols ferrugineux tropicaux et ferrallitiques ont été signalés. Selon le comportement de l'espèce et des hommes, nous y distinguons deux zones situées de part et d'autre de la Lébara.

D'une part, la zone longeant la route Banfora-Niangoloko où les peuplements sont assez vieux et la régénération absente. Ce qui explique le comportement des hommes à l'égard de l'espèce. En effet, dans cette partie, une place importante est accordée à la culture du *Borassus aethiopum* pour sa sève, qui est une délicieuse boisson génératrice de devises. De ce fait, dans le système de production agroforestier traditionnel, le néré occupe plutôt une place secondaire.

D'autre part la région Ouest du fleuve (Sindou, Loumana, Niankorodougou...) où la population est assez islamisée. Dans cette région, la sève extraite de l'arbre "bangui" est très peu consommée et alors le néré retrouve son importance. De ce fait, les peuplements deviennent abondants avec présence de toutes les classes d'âges. Cette région est également très accidentée.

Ainsi se dégagent pour l'ensemble du pays trois grands ensembles qui sont du nord au sud:

- une zone où le néré est absent à l'état spontané
- une zone de présence de l'espèce à l'état spontané
- une zone de prédilection des peuplements de néré.

Cette distribution, de par son caractère régressif, indiquerait un recul de la limite nord de répartition spontanée de l'espèce.

Dans la zone de prédilection des peuplements, les peuplements sont moins denses dans la partie centrale correspondant au plateau Mossi; cependant, l'espèce y connaît plus que partout ailleurs une plus grande extension. A partir de cette zone centrale, plus on va vers le sud, l'est ou le sud-ouest, plus la densité des peuplements augmente. Les jachères y sont plus longues et l'occupation des sols est faible. En effet, les groupes de peuplements dans cette zone sont souvent séparés les uns des autres par de vastes étendues boisées où l'homme n'est pas encore ou est très peu intervenu et où l'espèce est rare, souvent absente. L'observation d'une carte de population indique que toutes les unités correspondent à des zones anciennement occupées et où l'activité humaine est très intensive.

Il semble également que la diffusion du néré évolue des habitations vers la brousse. En effet, les pieds vieux, sont très souvent localisés dans les villages et au fur et à mesure des défrichements agricoles, le Néré en profite pour s'installer.

Au vu de tout ce précède sur la distribution de l'espèce, il ressort que le néré est un arbre qui supporte peu la concurrence et dont la distribution a souvent été modifiée par l'homme. Compte tenu de la présence dans toutes les zones du pays de vieux peuplements et de jeunes, nous pouvons dire que le néré a existé dans tout le pays depuis longtemps. Son évolution aurait varié selon l'influence de la zone climatique, l'importance que l'homme a accordé à l'arbre et la densité de population.

Espèce très protégée, nous pouvons dire que son développement est fonction, dans les zones où elle peut pousser, de l'occupation des sols et des pratiques socio-

économiques et cultures. Etant donné que l'espèce à une répartition fortement liée à la nature et à l'intensité des activités anthropique, l'étude ethnobotanique est donc nécessaire pour mieux comprendre les facteurs qui déterminent la création des peuplements, leur conservation ainsi que la sélection des ressources génétiques.

### 5.3 Phénologie

#### 5.3.1 Introduction

*Parkia* R. Br. (Leguminosae: Mimosoideae) est un genre ligneux pantropical comprenant environ 32 espèces dont 4 en Afrique et à Madagascar (Hopkins, 1981). L'une d'entre elles, *P. biglobosa* est caractéristique des savanes soudaniennes en Afrique occidentale. Au Burkina Faso des prospections détaillées sur le terrain ont été réalisées par Terrible (1975), Maïga (1987) et Bonkoungou (1987). Ainsi ces différents travaux font ressortir que la limite Nord de répartition spontanée de l'espèce se situe entre les 13<sup>e</sup> et 14<sup>e</sup> degrés de latitude Nord tandis que la limite Nord des peuplements se situe entre le 12<sup>e</sup> et le 13<sup>e</sup> degré. Par ailleurs l'étude des populations de *P. biglobosa* montre un gradient général de distribution de l'espèce se traduisant par une augmentation de densité des peuplements du Nord vers le Sud.

Le comportement phénologique de *P. biglobosa* a été étudié par certains auteurs (Hopkins, 1981; De Bie, 1991) mais de manière générale ou partielle. C'est dans le but de mieux connaître et de comprendre la phénologie de l'espèce en relation avec les facteurs du milieu que ces recherches ont été menées. Elles devraient nous permettre de disposer de données complémentaires pour mieux connaître la structure de la variabilité phénotypique et de l'espèce.

#### 5.3.2 Matériel et méthodes

##### - Matériel végétal: échantillonnage

Trois populations de *P. biglobosa* ont été choisies dans différentes zones bioclimatiques au Burkina Faso (fig. 5.3.1). Le choix de ces populations a été réalisé selon les critères recommandés par Frankie *et al.* (1971) à savoir:

- . peuplements non dégradés ou menacés de disparition,
- . effectif assez élevé,
- . observations sur plusieurs années,
- . station accessible en toutes saisons.

Les figures 5.3.2 et 5.3.3 présentent les caractéristiques bioclimatiques des différentes stations étudiées.

Le suivi phénologique est effectué sur des individus représentatifs de la population dans la station considérée. Pour ce faire, un échantillon stratifié (Gounot, 1969) est réalisé sur la base de la structure de la population. Ainsi, les diamètres de tous les arbres dans un hectare de référence sont mesurés. L'effectif de l'échantillon composé de 30 individus est ensuite déterminé proportionnellement à l'effectif de chaque classe. Toute la population dans l'hectare de référence est suivie lorsque l'effectif est inférieur à 30 individus (Grouziz & Sicot, 1980).

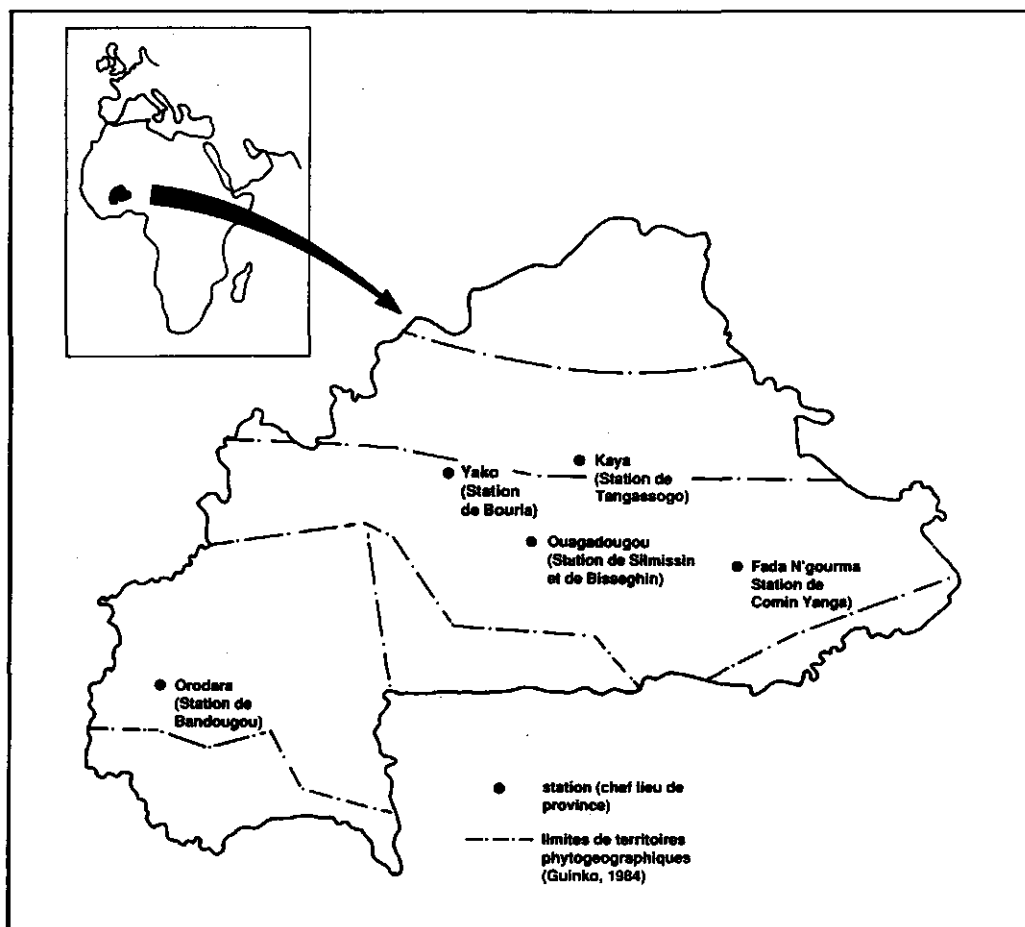


Figure 5.3.1 Stations des observations phénologiques au Burkina Faso

#### - Méthode

##### Nature et critères des observations

La méthode d'observation utilisée est celle proposée par Grouzis et Sicot (1980) sur la base des travaux de Le Floch'n (1969). Trois phénophases ont été retenues à savoir la feuillaison, la floraison et la fructification et cinq stades phénologiques ont été définis à l'intérieur de chaque phénophase.

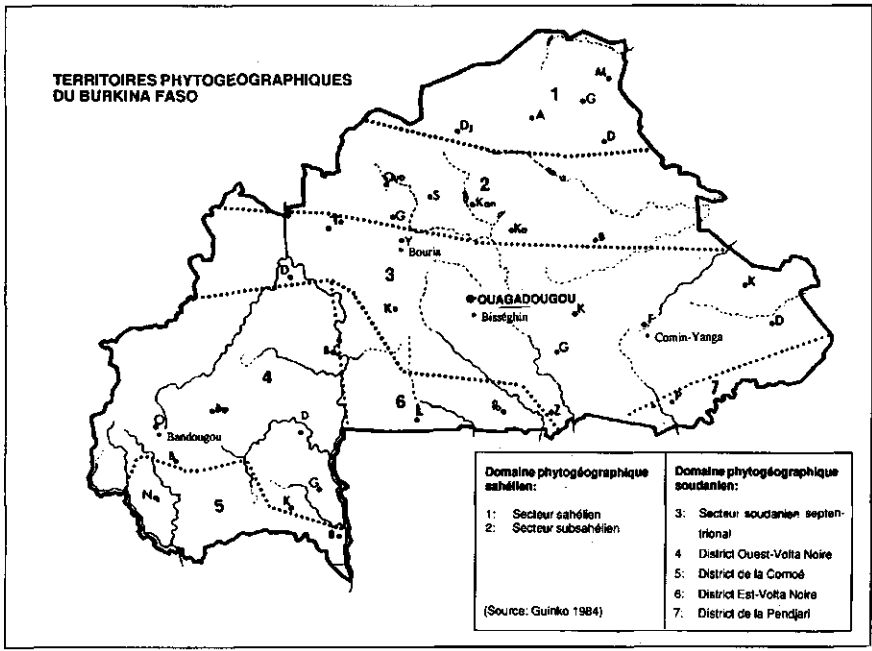
Le stade 1 correspond à l'initiation et le stade 5 à la disparition de la phase. Les stades 2, 3, et 4 représentent pour un individu une phase déterminée; chacun de ces trois stades correspond aux intensités suivantes: installation, optimum et déclinaison.

#### \* Feuillaison

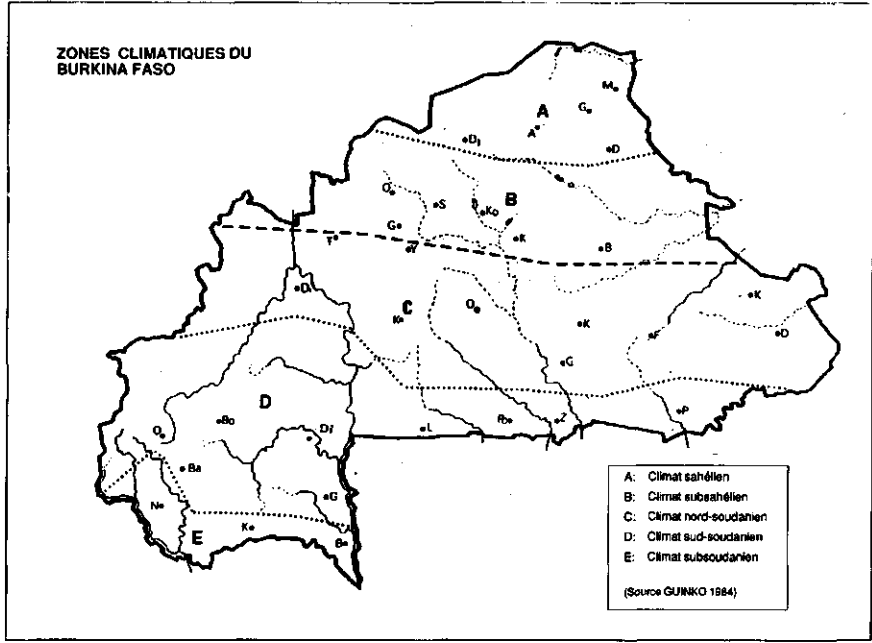
L1: bourgeons gonflés, pas de feuilles développées.

L2: bourgeons foliaires et feuilles épanouies (entre 10 et 50% des feuilles de l'arbre).

L3: feuilles en majorité épanouies.



**Figure 5.3.2 Territoires phytogéographiques du Burkina Faso (selon Guinko, 1984)**



**Figure 5.3.3 Carte climatique du Burkina Faso (selon Guinko, 1984)**

L4: feuilles vertes et feuilles sèches ou ayant changé de couleur (entre 10 et 50% de  
L5: feuilles sèches et chute des feuilles (plus de 50% des feuilles de l'arbre).

**\* Floraison**

F1: bourgeons floraux uniquement.

F2: bourgeons floraux et capitules avec fleurs épanouis (entre 10 et 50% des capitules).

F3: capitules à fleur en majorité épanouis.

F4: capitules à fleurs séchés ou ayant changé de couleur (entre 10 et 50% des capitules de l'arbre).

F5: capitules à fleurs en majorité sèches ou tombées (plus de 50% des capitules de l'arbre).

**\* Fructification**

G1: nouaison.

G2: évolution des gousses jusqu'à la taille normale (entre 10 et 50% des fruits).

G3: plus de 50% des gousses ont atteint la taille normale.

G4: fruits murs et début de récolte.

G5: fruits entièrement secs et prêts à être récoltés.

**Périodicité des observations**

Comme la régularité des observations est une des conditions qui garantit la qualité des observations, et compte tenu de la durée des phases observées chez *P. biglobosa*, une périodicité de 7 à 10 jours a été retenue pour les différentes stations pendant la floraison et la fructification. Après la fructification, la périodicité retenue est de 1 mois et seulement des observations occasionnelles, entre Juin et Novembre.

**Facteurs environnementaux**

L'analyse des données permet de rassembler les résultats de la manière suivante:

- . la structure des populations présentée sous forme d'histogramme de fréquence par classe de diamètre;
- . l'évolution dans le temps des différentes phases pour chaque population, représentée graphiquement par les diagrammes ou spectres phénologiques;
- . les comportements phénologiques individuels, schématiquement représentés par les phénogrammes.

**5.3.3 Résultats**

**- Diagramme phénologique**

L'examen des spectres phénologiques des populations étudiées fait ressortir les comportements phénologiques suivants:

\* **population de Bouria** (du 25 janvier au 14 juin, 1990 (fig. 5.3.4) et du 7 février au 25 mai, 1991 (fig. 5.3.4))

**\* Feuillaison**

En 1990, la feuillaison était présente pendant toute la période des observations.



Cependant une chute progressive de feuilles était observée au cours du mois de janvier-février-mars, suivie par la formation de nouvelles feuilles à partir du mois d'avril, alors que la fructification était à son optimum (G3). Au 15 février 50% des arbres étaient au stade L5 alors que la moitié des arbres continuent de perdre progressivement leurs feuilles. Tous les arbres étaient au stade L5 entre le 15 et le 22 mars alors que la floraison était à son optimum (F3). Cependant, deux semaines après, c'est-à-dire, le 1er avril, une reprise de la feuillaison était observée. En 1991, les feuilles ont été persistantes tout au long de l'observation.

#### \* Floraison

La totalité des individus était en début de floraison à la date du 25 janvier. Dès la deuxième semaine de février, tous les arbres étaient au stade F2. A la deuxième semaine de mars, un tiers de la population était au stade F3 et portait des fleurs épanouies. Au 1er avril, la moitié de la population était en pleine floraison (stade F3), alors qu'intervient la fin de la floraison sur certains individus. La phase s'est étalée cependant jusqu'en fin avril, sur environ, quatre mois. En 1991, le même comportement a été observé, cependant, de nombreuses fleurs avaient avorté. La fin de la floraison est également intervenue à la troisième décade du mois d'avril.

#### \* Fructification

Dès le 8 mars 1990, la nouaison avait commencé sur trois individus (stade G1). Rapidement, en deux semaines, la quasi totalité de la population était à ce stade et en début avril, le phénomène est devenu général. C'est en mi-avril que la maturité de quelques fruits est observée (stade G4). Cependant, c'est au cours de la première semaine de mai que des fruits mûrs (début du stade G5) pouvaient être observés sur l'ensemble des individus. Dans la deuxième quinzaine de mai, les fruits mûrs pouvaient être récoltés. Ainsi cette phase a duré un peu plus de 2 mois. En 1991, le même comportement était observé, la phase a duré environ 2 mois et demi.

\* population de Comin-Yanga (du 21 janvier - 1er juillet, 1990 (fig. 5.3.4) et du 11 mars au 3 juin, 1991 (fig. 5.3.4))

#### \* Feuillaison

En 1990 comme en 1991, la totalité des individus portait les feuilles pendant la durée des observations, les nouvelles feuilles apparaissaient (stade L1) et les anciennes disparaissaient (stade L5) en même temps.

#### \* Floraison

A la date du 21 janvier 1990, la quasi totalité des individus était en début de floraison.

Le stade G2 était atteint de manière générale au 1er février. A partir de la deuxième décade de mars le stade G3 était atteint et plus de la moitié des arbres portaient des fleurs épanouies. Ce stade optimal a duré jusqu'en début avril. La fin de la floraison en début mai correspondait à l'optimum de la feuillaison et de la fructification (stade L3 et G3). La phase a duré donc quatre mois environ. Le même comportement phénologique a été observé en 1991.

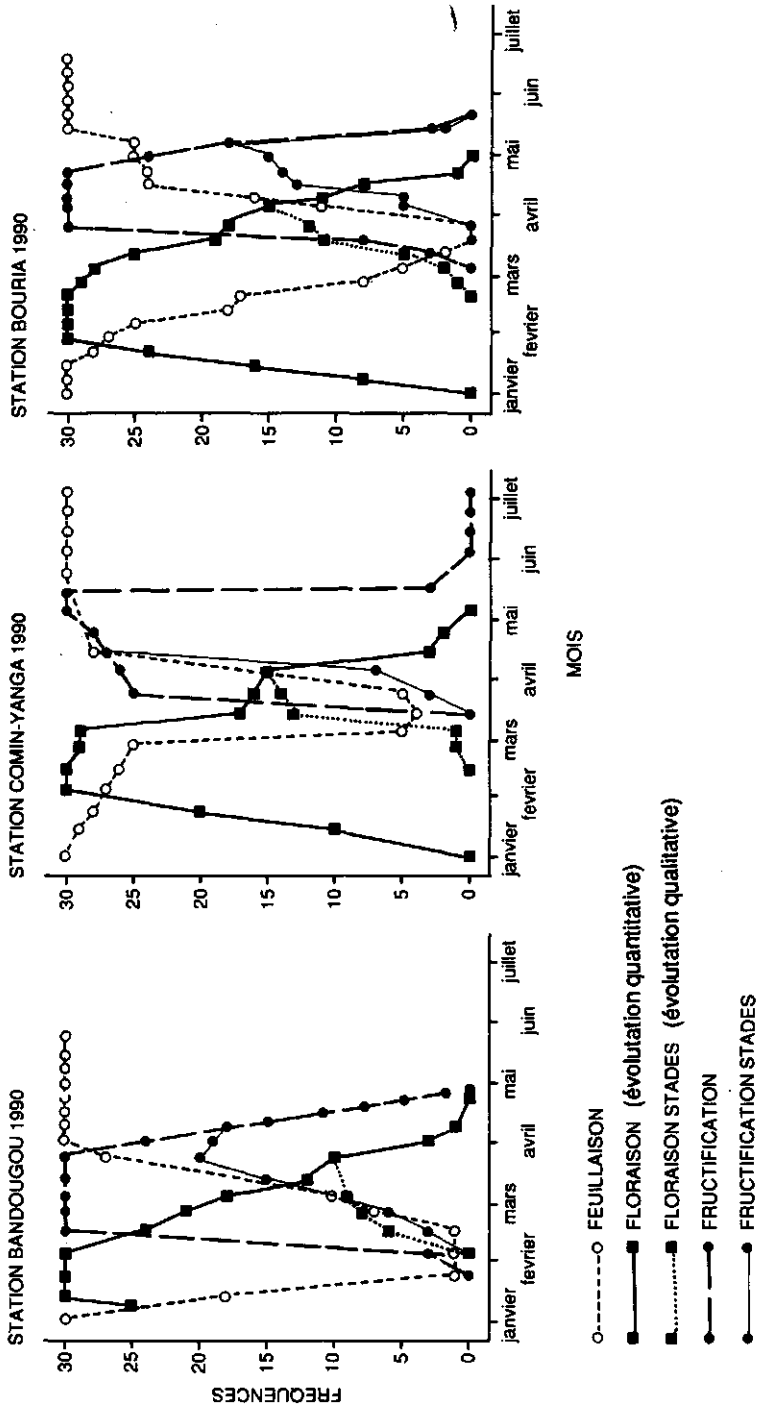


Figure 5.3.4 Diagrammes phénologiques de trois populations de *Parkia biglobosa*

#### \* Fructification

La 1ère décade du mois de mars a marqué l'installation de la phase. L'observation du 2 avril a montré que 24 individus portaient des fruits. A l'exception de quelques individus (restés sans fleurs ni fruits), la fructification a été générale à partir de la deuxième décade d'avril (stade G3) alors que la floraison était déclinante. La maturité des fruits est intervenue à partir de début juin en 1990. Cependant en 1991, la maturité des fruits est intervenue en mi-mai soit environ 1 mois et demi après les premières inflorescences. En fin avril 1991, plus de la moitié de la population portait des fruits mûrs et en mi-mai tous les fruits étaient mûrs. Par contre la fructification de 1991 était relativement plus faible comparée à celle de 1990.

\* population de Bandougou 1990 (du 10 janvier au 21 novembre, 1990 (fig. 5.3.4) et du 11 février au 3 mai, 1991 (fig. 5.3.4))

#### \* Feuillaison

Il a été observé une présence de feuilles pendant toute la durée des observations en 1990 et 1991. Toutefois, la période fin-janvier fin-février a été marquée par un jaunissement de feuilles suivi de la chute progressive de nombreuses foliolules. La défeuillaison relative des arbres était à son maximum au 15 février et la reprise était immédiate pour atteindre son optimum en fin mars début avril lorsque la floraison était alors terminée.

#### \* Floraison

L'observation du 10 janvier 1990 a montré que la quasi-totalité de la population (24 individus) était en début de floraison, laissant ainsi supposer que la période de début de janvier coïncidait avec l'installation de la phase de floraison. Au cours de la deuxième décade de janvier tous les individus étaient en fleurs. En mi-mars, il y avait une chute de fleurs et plus de la moitié de la population était en fin de floraison. A ce même moment, la fructification était également à son optimum. Ainsi la floraison aura duré deux mois et demi environ. En 1991, le même comportement phénologique a été observé.

#### \* Fructification

La période de mi-février correspondait au début de la fructification (G1) soit environ 1 mois et demi après l'installation de la floraison. Au 15 mars 1990, elle a atteint son optimum (G3) et cette phase a duré environ un mois. C'est à partir du 12 avril 1990 que le stade G4 a été observé et la maturité totale des fruits (G5) dès la troisième semaine d'avril, comparé au stage G5 à Bourria qui est intervenue le 10 mai 1990 soit trois semaines de décalage. En 1991, le même phénomène a été observé.

#### - Phénogrammes

L'examen des phénogrammes (fig. 5.3.5) faisant ressortir le comportement de chaque individu de la population de Bourria en 1990, prise comme exemple, montre bien des variations individuelles remarquables au sein de la même population. Le même comportement phénologique a été observé pour les populations de Comin-Yanga et Bandougou et d'une année sur une autre.

Ainsi on peut noter des différences de comportement au niveau de l'installation et

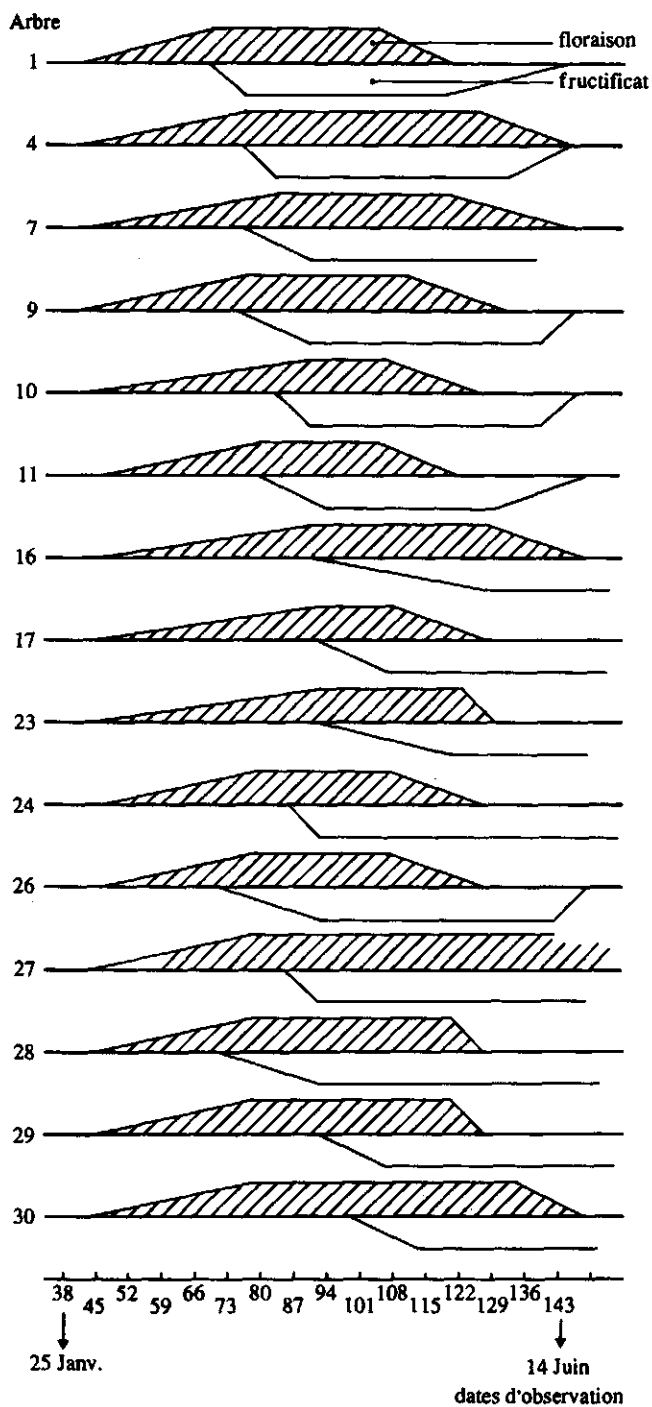


Figure 5.3.5 Phénogramme de la population de Bouria 1990

de la disparition des phases de floraison et de fructification.

Des individus comme les n° 2, 8 et 14 ont peu fleuri et pas du tout fructifié. D'autres tels que les n° 5 et 25 n'ont ni fleuri ni fructifié. D'une manière générale, les données montrent que ces différences de comportement sont indépendantes de la taille (l'âge) des individus. Cependant la configuration du peuplement de Bouria, montre que les individus n° 25 à 30 sont en bas de pente et avaient un comportement phénologique différent probablement en raison du relief et de la nature du sol.

#### \* Variation interpopulation

Des différences assez remarquables ont été observées entre les 3 populations étudiées en ce qui concerne les phases de floraison et de fructification.

En ce qui concerne la feuillaison les décalages se situent entre le début, l'optimum et la fin des phases. Au Sud (Bandougou) les stades L1 et L3 sont intervenus de manière précoce avec un décalage d'environ 1 mois et demi. Pour le stade L5, le même type de décalage a été observé.

Pour la floraison, elle a duré 2 mois. Les stations de Bouria et de Comin-Yanga ont un comportement phénologique comparable à celle de Bandougou. Au Sud, un décalage de deux semaines a été observé aussi bien pour l'installation de la phase, son optimum et sa fin.

Enfin pour la fructification un décalage de 2 semaines a été observé pour l'optimum de fructification entre les stations nord soudaniennes et celles du sud. Ce décalage, qui est plus important en début de phase (1 mois environ), s'est réduit progressivement pour se maintenir à 2 semaines en fin de phase.

#### \* Variations inter-annuelles (temporelles)

L'examen des diagrammes phénologiques des populations étudiées au cours des années 1990 et 1991 a révélé que, d'une manière générale, il n'existe pas de variations notables entre les dates de début, d'optimum et de fin des phases. Il semble donc que les comportements phénologiques des populations étudiées au cours de 2 années d'observations soient comparables.

### 5.3.4 Discussion

L'étude phénologique de *P. biglobosa* au Burkina Faso permet de faire ressortir les trois éléments principaux suivants:

#### 1. Facteurs influençant l'installation de la floraison

*P. biglobosa* fleurit et fructifie essentiellement pendant la saison sèche; la floraison semble s'établir en relation avec la disponibilité en eau dans le sol, qui constitue un facteur limitant. De même les températures pourraient influencer la floraison. A l'instar des autres espèces sahéliennes, *Acacia albida* et *A. nilotica* (Grouziz et Sicot, 1980; Sina, 1990), il a été observé des variations dans l'installation et le déclin des phases, aussi bien entre les populations qu'en fonction des années. Des facteurs écologiques tels que la pluviométrie, la température, le sol pourraient influencer un tel comportement phénologique. L'installation précoce des phases dans la partie Sud (plus humide) par

rapport au Nord semble être principalement liée à la pluviosité et à la réserve hydrique du sol. En effet, dans les régions tropicales où le régime thermique est relativement constant, l'eau apparaît comme l'élément déterminant pour le développement des arbres. Poupon (1979) montre que les variations pluviométriques inter-annuelles expliquent dans une large mesure les fluctuations de la phénologie des espèces ligneuses installées à Fété-Olé (Sénégal); Sauer (1975) observent en 2 années d'études une variation de phases de floraison et de fructification en fonction de la réserve hydrique du sol. Grouziz et Sicot (1980) constatent le rôle prépondérant de l'eau du sol sur le déterminisme de la phase de feuillaison et de floraison de *Combretum aculeatum*.

## 2. Relation entre feuillaison, floraison et fructification

La feuillaison s'étale presque continuellement sur toute l'année. L'arbre semble coïncider le rythme et la chute et l'acquisition de la feuillaison avec les rythmes de floraison et de fructification. En effet, juste avant la floraison commence une perte progressive et relativement discrète des feuilles. Le renouvellement des feuilles est ralenti, comme pour privilégier le développement des fleurs. Lorsque la floraison atteint son optimum, la feuillaison est relancée, pour atteindre son optimum, alors qu'intervient en même temps le développement de fruits. Ainsi les arbres qui présentent un feuillage vert sombre, c'est-à-dire des anciennes feuilles non renouvelées au cours de la période de floraison sont ceux qui n'ont pas fleuri et fructifié. Au cours de nos opérations des prospections et récoltes des graines, il nous était possible même de loin, de reconnaître un arbre non-florifère et/ou non fructifère, par son feuillage vert très foncé, critère indicateur de la présence d'anciennes feuilles non-renouvelées.

## 3. Influence de conditions stationnelles sur la variation individuelle

En fonction des conditions climatiques et stationnelles particulières, certains individus se comportent comme espèces décidues, perdant presque complètement leurs feuilles au moment de la floraison alors que d'autres individus conservent presque toutes leurs feuilles. Ce comportement semble donc être lié à la disponibilité en eau dans le sol. Les arbres qui conservent une grande partie de leurs feuilles pendant la floraison semble bénéficier de conditions favorables particulières. Cela pourrait être lié aux possibilités de satisfaction des besoins en eau nécessaires à la feuillaison et la floraison. Ainsi les arbres d'un même peuplement se comporteraient différemment selon leur positionnement ou leur accès à la nappe phréatique. Les conditions interstationnelles à savoir la topographie, la nature du sol et le niveau de la nappe phréatique semblent donc influencer d'une manière notable la variation phénologique individuelle et interpopulation.

En effet, au cours de la saison sèche, la quantité d'eau perdue par l'arbre par la transpiration dépasse celle absorbée par les racines. Le potentiel hydrique de l'arbre diminue et entraîne un stress hydrique, la sénescence et puis la chute des feuilles (Borchert, 1983). Cette variation phénologique, individuelle est très remarquable. En effet alors que certains arbres étaient en pleine floraison (stade F3 sans fruits et stade F5) d'autres avaient déjà terminé leur floraison et atteint le stade G2. Borchert (1983) mentionne une différence de la mise à fleurs entre trois populations de *Ziziphus*

*mauritiana* en fonction du niveau de la nappe phréatique.

#### 4. Influence de l'arbre, âge et génotype

L'importante variation phénologique intra- et interpopulation semble être indépendante de l'âge des individus. Elle pourrait être la réponse de l'arbre dans les limites fixées par son génotype aux fluctuations des facteurs du milieu (hétérogénéité spatiale du sol, la réserve hydrique du sol) ou déjà le résultat d'une certaine différenciation génotypique (Grouziz & Sicot, 1980). Cette importante variation individuelle a été également mise en évidence dans notre étude biosystématique (chapitre 3).

### 5.4 Variation phénologique selon les gradients nord-sud et est-ouest

#### 5.4.1 Introduction

Les études phénologiques réalisées au Burkina Faso dans 3 stations (chapitre 5.3) ont permis de déterminer les types de variations phénologiques (feuillaison, floraison et fructification) inter-stationnelles et inter-annuelles. Les informations recueillies ont mis en évidence une variation phénologique spatiale notable (en particulier entre les stations situées au Nord par rapport à celles au Sud).

En vue de mettre en évidence ce phénomène sur une échelle d'observation plus grande, l'étude de phénologie a été entreprise selon les gradients latitudinal et longitudinal, non seulement au Burkina Faso mais aussi en Côte d'Ivoire et au Bénin. Les périodes d'observations étant courtes (3 jours maximum), il a été possible de faire ressortir l'ampleur des variations spatiales. Les données devraient servir à mieux planifier les opérations de récolte de matériel végétal à l'échelle régionale. Par ailleurs de telles informations devraient permettre de tirer des implications sur la structure de la diversité, notamment en relation avec les brassages génétiques inter-populations (mouvements possibles de pollen d'un peuplement à un autre par l'intermédiaire des agents pollinisateurs).

#### 5.4.2 Matériel et méthodes

##### - *Matériel végétal*

Les observations ont porté sur les populations de *Parkia biglobosa* depuis la limite Nord de répartition de peuplements au Burkina (Tougouri), à la limite Sud de l'espèce en Côte d'Ivoire. Pour étudier la variation longitudinale, les peuplements le long de l'axe Ouest depuis la frontière entre le Mali et le Burkina (Djibasso) jusqu'au Nord-Bénin (Natitingou) ont été observés. Les observations ont porté essentiellement sur les peuplements situés le long des axes routiers empruntés.

##### - *Méthodes des observations*

###### \* période des observations

Deux missions d'observations phénologiques ont été organisées, afin d'étudier de manière comparative le décalage phénologique selon les gradients Nord-Sud et Ouest-Est, à savoir:

- du 20 au 23 mars 1990, pour l'axe Burkina Faso/Côte d'Ivoire (Nord-Sud)
- du 20 au 23 mars 1991, pour l'axe Burkina Faso/Bénin (gradient Est-Ouest)

\* nature et méthode des observations

Les observations ont porté sur la feuillaison, la floraison et la fructification. En outre l'attention était portée sur la phénologie de certaines espèces associées. Les stades phénologiques observés sont ceux décrits au chapitre 5.3. Les données ont été recueillies par 3 observateurs dans la voiture au fur et à mesure du parcours sur l'itinéraire retenu. Un arrêt était effectué tous les 50 km environ au cours duquel des observations détaillées sont réalisées y compris des prélèvements d'échantillons d'herbier et des prises des vues. Quelquefois les observateurs parcouraient certains peuplements en vue de réaliser des observations particulières ou de récolter des gousses.

Des arrêts occasionnels étaient également effectués au besoin. Ainsi plus de 5000 km ont été parcourus représentant environ 3500 km sur l'axe Nord-Sud et 1500 km sur l'axe Ouest-Est.

- *Analyse des données*

Les données recueillies sur le terrain ont permis d'établir des diagrammes phénologiques qui permettent de visualiser le comportement phénologique le long du gradient avec quelques localités (stations) de référence.

Les données sur les facteurs du milieu, notamment la pluviométrie, ont été utilisées pour l'analyse. Elles sont présentées sous forme de carte (fig. 5.4.1).

- *Diagrammes phénologiques multi-stationnels*

Les diagrammes phénologiques sont basés sur l'évolution de la floraison et de la fructification dans les différents domaines bioclimatiques. Il permet de visualiser les décalages phénologiques le long des 2 gradients géographiques.

### 5.4.3 Résultats

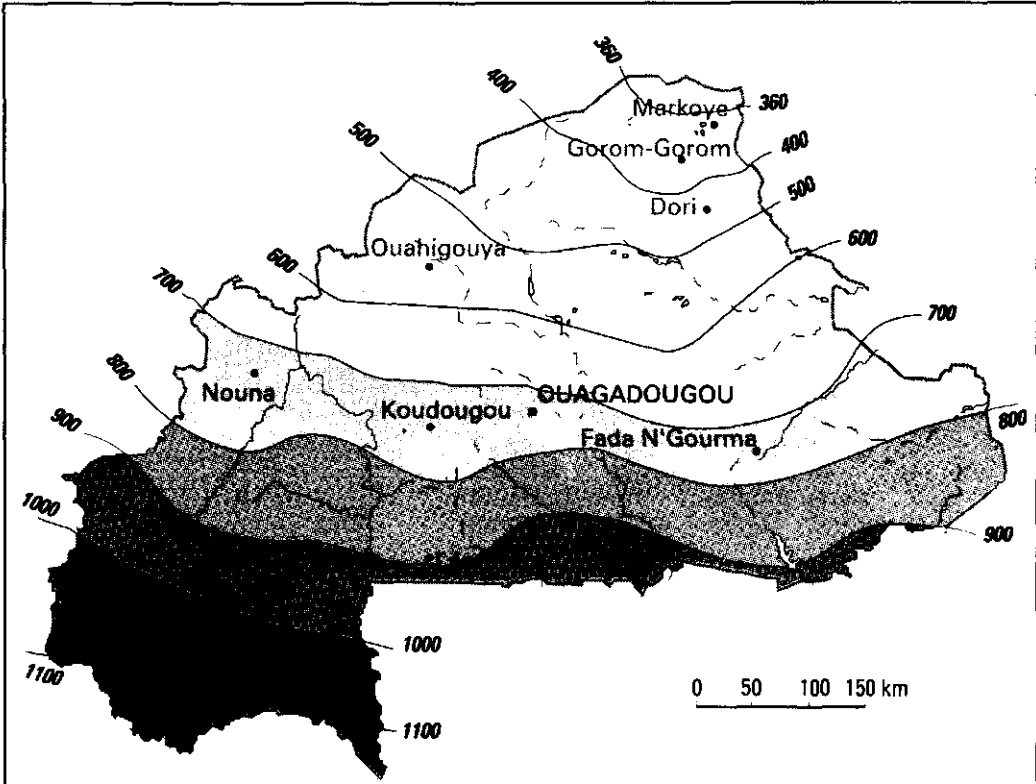
- *Observations générales*

Tout au long des observations, il a été constaté que *P. biglobosa* est une espèce caractéristique des savanes. Lorsque l'espèce est associée à une végétation de type forêt claire (par exemple, dans la région de Bouaké), elle ne se développe pas dans son biotope préférentiel. Les arbres sont alors plus élancés, à cause de la compétition avec le sous-bois pour la lumière; ils y sont moins vigoureux, avec des diamètres de 25 à 50 cm maximum. Lorsque la forêt claire tend à se refermer, l'espèce disparaît.

Les arbres observés dans les zones de savane au Burkina et au Bénin sont de loin morphologiquement différents de ceux rencontrés en Côte d'Ivoire. Le fait qu'en zone de savanes, les arbres soient généralement grands, bas branchus et avec un port volumineux (étalé), semble indiquer que la végétation originelle aurait été éliminée et se serait progressivement en paysage agreste (lié aux activités champêtres). Les arbres en zone forestière sont plus élancés.

Dans les différents pays, il a été observé une jeune régénération assez importante, aux bordures des routes, liée principalement à une dispersion de semences par les travailleurs routiers ou les voyageurs.





**Températures extrêmes mensuelles de quelques stations-type (°C)**

Station	Température maximale	Température minimale	Amplitude thermique
Dori	47°2 (mai 84)	12°5 (janv. 75/78)	34°7
Ouahigouya	42°7 (avr. 83)	14°2 (janv. 82)	28°5
Onagadougou	40°7 (avr. 80)	13°6 (janv. 87)	27°1
Fada N'Gourma	41°4 (avr. 83)	15°3 (janv. 75)	26°1
Boromo	40°8 (avr. 87)	14°8 (janv. 82)	26°
Bobo-Dioulasso	37°5 (mars 78/avr. 83)	14°8 (janv. 82)	26°
Leo	38°5 (mars et avr. 81)	16°2 (déc. 80)	22°3
Gaoua	39°1 (mars 78)	16°9 (janv. 83)	22°2

Figure 5.4.1 Carte pluviométrique - Burkina Faso

Dans la région de Bouaké (en particulier à 57 km de Bouaké sur l'axe Bouaké-Mankono), *P. biglobosa* a été observé, cohabitant dans le même peuplement avec *P. filicoidea*. Alors que *P. biglobosa* avait déjà atteint le stade G3, *P. filicoidea* était encore au stade F3/G1-G2. Il semble exister un décalage phénologique entre les espèces dans cette station, ce qui semble limiterait les possibilités d'hybridation éventuelle.

Il existe une variation individuelle (inter-arbres) assez importante en ce qui concerne la teneur en anthocyane et la couleur de la pulpe dans les gousses immatures. Une telle variation serait fixée génétiquement.

Enfin, le néré est peu valorisé en pays Baoulé. La dispersion des graines serait probablement assurée par les singes (Aké Assi, comm. pers.). Par contre, les graines sont intensivement utilisées en pays Malinké, Sénégal et Gourou. Ces comportements ethniques différents pourraient avoir des implications importantes sur l'organisation et la structure de la diversité génétique de l'espèce (voir chapitre 3).

- Variation phénologique Nord-Sud

La fig. 5.4.2 présente de manière schématique le décalage phénologique selon le gradient

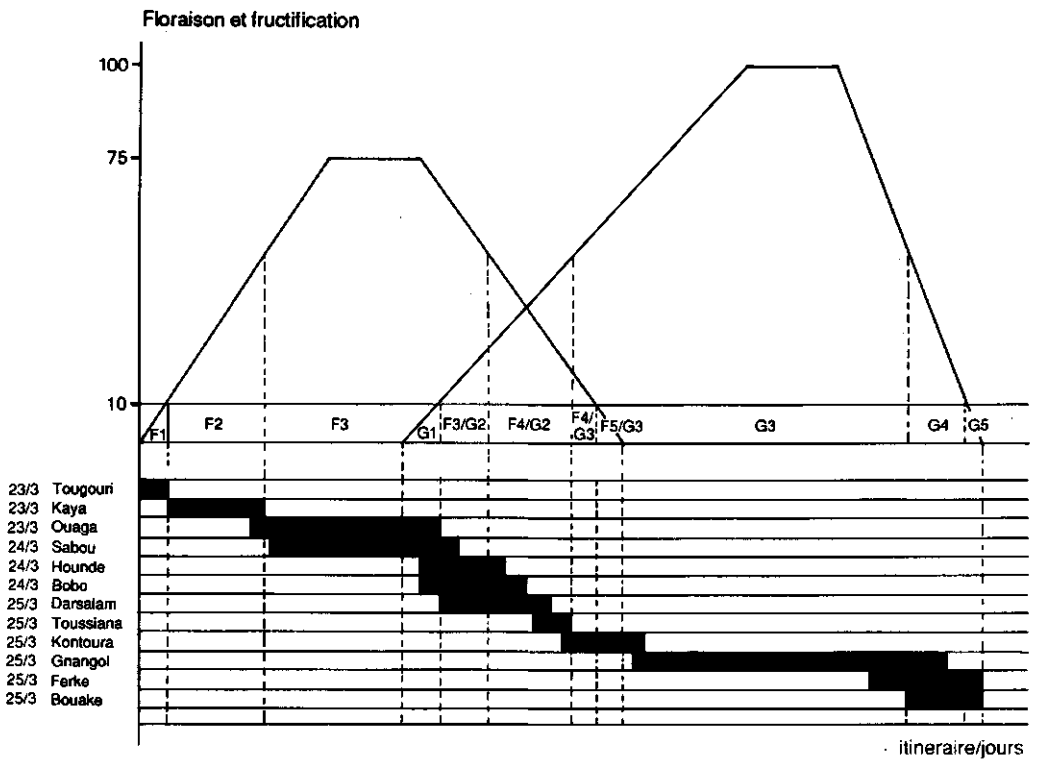


Figure 5.4.2 Représentation graphique de la variation phénologique de *P. biglobosa* selon le gradient nord-sud au Burkina Faso et en Côte d'Ivoire. Alors qu'à la limite nord les arbres sont au stade d'initiation florale, au sud en Côte d'Ivoire les individus ont atteint le stade de maturité et la récolte intervient (le décalage atteint 3 mois entre les 2 extrêmes). Les parties ombrées correspondent à notre itinéraire selon les dates d'observations indiquées.

Nord-Sud (sous forme de diagramme phénologique), avec un intérêt particulier sur la floraison et la fructification. La variation étudiée concerne les populations situées de la limite nord du *P. biglobosa* au Burkina se situe aux environs de Tougouri, au Burkina la limite sud aux environs de Toumoudi, en Côte d'Ivoire.

Au cours de la 3<sup>e</sup> décade du mois de mars 1990, alors que les arbres de Tougouri au Burkina étaient au stade d'initiation florale (stade F1), en Côte d'Ivoire, notamment à Toumoudi, ils avaient déjà atteint le stade G5 et les récoltes de fruits étaient en cours. Le tableau 5.4.1 fait ressortir un décalage phénologique très important selon le gradient latitudinal. Alors que dans le secteur sahélien/sub-sahélien l'espèce est au stade d'initiation florale, dans le secteur guinéen, la fructification et la maturité des fruits sont complètes. Ainsi tout au long du gradient se succèdent différents stades phénologiques *P. biglobosa* était en floraison au cours de la troisième décade du mois de mars, dans les secteurs sub-sahélien et nord-sahélien. En effet alors que le stade optimal de floraison

**Tableau 5.4.1** Variation phénologique selon le gradient Nord-Sud de la limite nord au Burkina à la limite sud en Côte d'Ivoire.

Domaines/secteurs bioclimatiques	Précipitation(mm)	Localités de référence	Phénophase au 23/03/1993	Remarques
Sahélien/secteur sub-Sahélien	350-500	Tougouri	L3/F1	floraison uniquement
Soudanien/secteur Nord-Soudanien	500-750	Kaya	L4/F2	floraison uniquement
Soudanien/secteur Nord-Soudanien	500-750	Ouaga	L5/F3	floraison uniquement
Soudanien/secteur Nord-Soudanien	500-750	Sabou	L5/F3	floraison uniquement
Soudanien/secteur Sud-Soudanien	750-1150	Houndé	L5/F3/G1	floraison et fructification
Soudanien/secteur Sud-Soudanien	750-1150	Bobo-Dioulasso	L5/F3/G2	floraison et fructification
Soudanien/secteur Sud-Soudanien	750-1150	Darsalamy	L5/F4/G2	floraison et fructification
Soudanien/secteur Sud-Soudanien	750-1150	Toussiana	L1/F4/G2	floraison et fructification
Soudanien/secteur Sud-Soudanien	750-1150	Kontoura	L2/F5/G3	floraison et fructification
Soudanien/secteur Sud-Soudanien (district Comsé)	1100-1200	Gnangoloko	L3/-/G3	fructification uniquement
Guinéen	1200-1400	Ferkéssédougou	L3/-/G4	fructification uniquement
Guinéen	1200-1400	Bouaké	L3/-/G4/G5	maturité des fruits
Guinéen	1200-1400	Toumoudi	L5/-/G5	maturité des fruits

était atteint dans le secteur nord-soudanien, la floraison n'était qu'au stade initial dans le secteur sub-sahélien.

Le secteur sud-soudanien se caractérisait par l'initiation de la fructification qui s'est installée et a atteint son stade optimal alors que la floraison est passée de son optimum à la phase déclinante puis sa disparition. La fructification s'est dans le même temps installée et a atteint son stade optimum. Il convient cependant, de remarquer que les stades phénologiques se chevauchaient et devenaient diffus dans un même peuplement avec des changements relativement discrets, environ tous les 20 à 25 km.

Le secteur guinéen se caractérisait essentiellement par un stade avancé par rapport aux deux autres précédents. La fructification a atteint le stade G5. Dans bien des cas, les fruits étaient mûrs et au stade d'être récoltés.

Alors qu'au 23 mars, les arbres étaient au stade F1 à Tougouri (Ramané), le stade F2 était atteint à Kaya. Les stades F3 et F4 couplés avec l'initiation de la fructification (G1) étaient atteints dans la zone de Ouagadougou. Progressivement le stade F3/G2 était atteint à Sabou puis le stade F4/G2. Ce dernier stade évolue de manière discrète et continue depuis Houndé et se poursuit aussi jusqu'à Bobo-Doulasso et même à Toussiana soit sur plus de 300 km. A Kontoura, le stade F4/G3 était atteint, associé avec la fin de la floraison F5/G3. A Niangoloko, à la frontière entre le Burkina Faso et la Côte d'Ivoire tous les arbres étaient au stade G3. La traversée de la frontière entre le Burkina Faso et la Côte d'Ivoire a marqué la fin de la floraison. Tous les arbres observés avaient atteint le stade optimal de fructification (G3). Ce stade se maintenait et évoluait de manière discrète jusqu'à Ferkessédougou où les arbres avaient atteint le stade G4. A Bouaké la majorité avaient déjà atteint le stade G4/G5 alors qu'à Toumoudi tous les arbres étaient en pleine maturité et pratiquement tous récoltés.

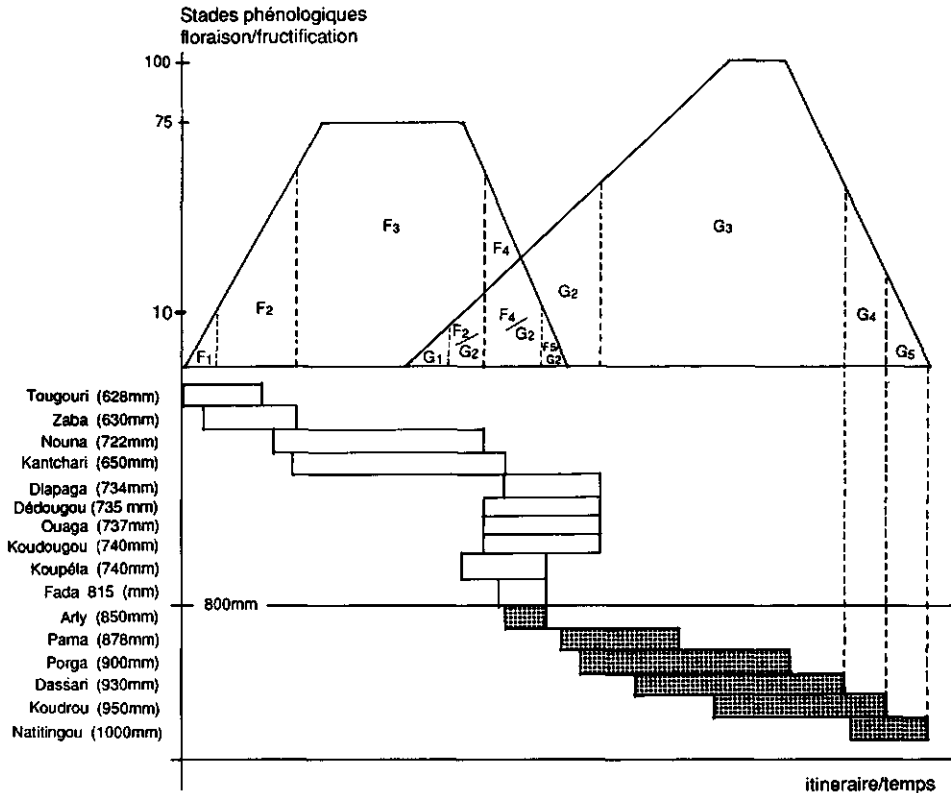
#### *- Variation phénologique Est-Ouest*

La variation phénologique selon le gradient longitudinal était moins remarquable que celle observée du Nord au Sud. Les peuplements suivis, présentés dans la fig. 5.4.3, se situaient dans la zone à pluviométrie comprise entre 700mm et 800mm au Burkina Faso (Djibasso, Nouna, Dédougou, Ouagadougou, Koupéla, Fada et Diapaga).

Le long de l'axe Ouest-Est, les peuplements se trouvent au stade F1/F2. Aux environs de Zaba nous avons observé, un changement brutal dans la floraison correspondant à une réduction sensible de la pluviométrie de 500 à 600 mm. Après cette poche de sécheresse, les peuplements rencontrés se trouvaient au stade F4/G2 puis F5/G2 aux environs de Dédougou. Plus à l'Ouest, vers la frontière entre le Burkina et le Mali (Djibasso), les peuplements se trouvaient alors au stades F3. Plus à l'Est, vers la frontière entre le Burkina et le Niger (Diapaga) les peuplements se trouvent au stade F4/G2 tout comme ceux de la région de Dédougou. Ainsi, il ne semble pas se dégager un décalage phénologique significatif entre les peuplements de l'Est et de l'Ouest du Burkina; la variation phénologique selon le gradient longitudinal est donc très faible dans l'ensemble.

#### *5.4.4 Discussion*

La variation phénologique entre les populations visitées le long du gradient nord-sud est importante. Elle serait déterminée par le niveau des réserves hydriques dans le sol et



**Figure 5.4.3** Représentation de la variation phénologique selon le gradient ouest-est au Burkina Faso. Noter que la variation est très faible entre Dédougou, Koudougou et Diapaga (zone ombrée itinéraire/temps). Au delà de 800mm même comportement que sur la figure 5.4.1, avec une variation phénologique importante selon le gradient nord-sud entre le Burkina et le Bénin.

pourrait être donc dépendant de la pluviométrie. Cette variation se manifeste de manière graduelle tous les 100 km environ. Par contre, l'absence de variation phénologique importante selon le gradient Ouest-Est témoigne une homogénéité de conditions écologiques notamment climatiques.

Dans un même zone où les arbres sont au même stade phénologique, il serait donc possible que des échanges de pollen puissent se faire dans un rayon de 50 km. De tels mouvements de pollen seraient possibles par l'intermédiaire des agents pollinisateurs robustes tels que les chauves-souris (Faegri et van der Pijl, 1979).

Alors qu'au nord et au centre du pays, la floraison était en train de s'installer, à l'ouest du Burkina, la floraison était optimale et au nord de la Côte d'Ivoire les fruits étaient déjà mûrs. Il serait donc possible que les mouvements des chauves-souris se fassent en fonction des périodes de floraison et donc de la disponibilité en ressources alimentaires dans les différentes zones. De migrations du nord vers le sud et inversement seraient possibles. Une telle hypothèse aurait des implications sur la structuration génétique des populations australes et méridionales. En considérant l'action des chauves-

souris, il est possible de penser que les brassages génétiques seraient potentiellement plus importants dans les populations australes entraînant ainsi une faible différenciation inter-population. Cependant si l'on considère le facteur humain, il est également possible que les mouvements de matériel végétal soient plus importants dans la partie méridionale en raison (i) de l'importance plus marquée portée à l'espèce (ii) de la densité de population plus importante. L'étude de la diversité génétique des populations selon le gradient Nord-Sud devrait apporter des informations utiles très intéressantes.

Par ailleurs, la connaissance d'une telle variation est particulièrement utile pour élaborer un calendrier d'étude et de récolte de matériel végétal dans les pays concernés, pour la suite des recherches.

Le niveau de valorisation des graines de néré, variable selon les ethnies, pourrait avoir des implications sur l'organisation et la structure de la diversité génétique dans les régions concernées. En effet, l'étude des facteurs socio-économiques et culturels a fait ressortir que des brassages génétiques importants sont possibles, entre populations et zones, dépendant de l'intérêt accordé par les populations concernées à l'espèce.

Enfin, comme l'indique Satabié (1989), il existe des zones où *P. biglobosa* et *P. filicoidea* coexistent. Il serait intéressant d'étudier à l'avenir la structure de la diversité génétique de ces espèces dans ces populations voisines. Il en est de même de *P. filicoidea* et de *P. bicolor*.

## 5.5 Pollinisation et système de reproduction

### 5.5.1 Introduction

La pollinisation du genre *Parkia* a été étudiée par plusieurs auteurs (Baker & Harris, 1957; Hagos, 1962; Hopkins, 1981; Grünmeier, 1990). Pour la plupart des auteurs, elle est réalisée par des chauves-souris (Megachiroptera: Pteropodidae). Les observations réalisées au Ghana et au Nigéria montrent que *P. biglobosa* est pollinisée par des chauves-souris frugivores tels que *Epomorphus gambianus* Jentinck, *Nanonycteris veldkampii* (Jentinck) Matschie, *Eidolon helvum* Kerr et *Micropteropus pusillus* Peters (Baker & Harris, 1957; Baker & Harris, 1959; Hopkins, 1983).

Les observations réalisées dans la forêt primaire au Cameroun indiquent que trois espèces de chauve-souris ont été identifiées comme étant les agents pollinisateurs les plus importants de *Parkia bicolor*, à savoir deux roussettes frugivores *Rousettus aegyptiacus* et *R. angolensis* et *Megaloglossus woermanni* qui est la plus efficace.

Les différentes observations ont également établi que d'autres mammifères non volants et nocturnes ont été identifiés visitant les fleurs de *Parkia* et pouvant avoir un certain rôle dans la pollinisation des fleurs. Il s'agit de chimpanzés sur *P. biglobosa* au Sénégal, de loirs *Graphirus sp.* (Gliridae) et *Perodicticus potto* (Lorisidae) et *Galago sp.* (Galagidae) sur *P. bicolor* au Cameroun (Grünmeier, 1990) et enfin de singes visitant *P. filicoidea* en Ouganda (Hopkins, 1983). Dans le plateau central au Burkina Faso, la rareté de chauve-souris au cours de la période de floraison suggère l'intervention d'autres agents pollinisateurs. La littérature signale que les capitules de *Parkia* attirent également une grande variété d'oiseaux (notamment des nectariniidae) et insectes tels que les abeilles, papillons, mouches, guêpes, coléoptères et des punaises (Baker & Harris, 1957; Hopkins, 1983; Grünmeier, 1990).

Un essai orientatif a été mis en place pour savoir si les chauves-souris jouaient un rôle essentiel lors de la pollinisation (Hopkins, 1983). Ses résultats, contrairement à ceux de Lawson (1966), ont montré qu'en l'absence de chauves-souris, la pollinisation pouvait être possible. Cependant l'échantillon était trop faible pour tirer des conclusions fiables. Considérant que *P. biglobosa* est pollinisé par les chauves-souris et prenant en compte l'hypothèse que d'autres visiteurs pourraient jouer un certain rôle, nous avons entrepris des investigations plus détaillées au Burkina Faso dans le but de préciser le système de reproduction de *P. biglobosa* ainsi que le rôle des principaux pollinisateurs.

### 5.5.2 Matériel et méthodes

#### - Le site

Les recherches ont été conduites en 1990 et en 1991 dans deux peuplements (Silmissin et Bisséghin) aux alentours de Ouagadougou (0° 12' 22N, 750 mm/an). Ces peuplements sont situés dans des champs de paysans et ont été choisis de manière à permettre un suivi régulier et efficace. Chaque population compte des individus d'âges différents.

Les essais ont été installés et suivis pendant 2 années successives entre février et mai, c'est-à-dire depuis la pleine floraison jusqu'à la maturité et la récolte des fruits.

En 1992, ces travaux ont été poursuivis par Marjo Buitelaar dans le cadre de son stage de fin d'études forestières.

#### - Méthode d'échantillonnage et traitements appliqués

L'échantillon porte sur 15 arbres par peuplement en âge de fructification. Sur chaque arbre, de 24 à 30 capitules non-épanouis sont, soient étiquetés à l'air libre (témoin), soient isolés dans des sacs fermés ou des cages relativement ouvertes (à raison de 4 à 5 capitules par sac/arbre). Six traitements ont été considérés (tableau 5.5.1).

(i) Témoins: les capitules sont seulement étiquetés et la pollinisation est libre: autopolinisation et/ou pollinisation croisée par les insectes, les chauves-souris ou d'autres agents.

(ii) Autopolinisation: les capitules non-épanouis sont isolés à l'aide des sacs de pollinisation hermétiques. L'aération à l'intérieur du sac est cependant améliorée grâce à un bouchon de coton. Les fleurs sont pollinisées par du pollen provenant du même capitule ou du capitule voisin.

(iii) Autopollination assistée: à la différence du traitement précédent, le pollen d'un même arbre est préalablement récolté, conservé dans flacons avec des bouchons de liège préalablement désinfectés à l'alcool 90% afin d'éviter toute pollution par un pollen étranger. Les flacons sont conservés en chambre froide 4°. Il semble que le pollen puisse supporter de basses températures sans dommages, mais des études très fines n'ont pas réalisées. Le pollen est appliqué manuellement sur les fleurs. L'application est ainsi répétée 3 à 4 fois.

(iv) Pollinisation croisée: elle est réalisée manuellement avec du pollen récolté sur un autre arbre selon un dispositif diallèle incomplet déconnecté sur 10 individus. Du fait que les capitules n'ont pas été émasculés, les deux effets (autopolinisation et pollinisation croisée) sont possibles simultanément.

**Tableau 5.5.1 Traitements, modes de pollinisation et d'accès aux des capitules**

TRAITEMENT	MODE DE POLLINISATION	ACCES
i. Témoins	Libre	Libre
ii. Autopollinisation	Autopollinisation	Fermé
iii. Autopollinisation manuelle	Autopollinisation	Fermé
iv. Autopollinisation croisée	Autopollinisation et/ou pollinisation croisée	Fermé
v. Cages contre les chauves-souris	Autopollinisation et/ou pollinisation croisée	Ouvert (10mm x 10mm)
vi. Cages contre les gros insectes	Autopollinisation	Limité (1mm x 1 mm)

(v) Cages empêchant l'accès des chauves-souris et des oiseaux: ces cages ont été confectionnées de manière à empêcher l'accès des gros visiteurs tels que les chauves-souris et autres animaux non-volants. Les insectes ont la possibilité de passer librement à travers les mailles du grillage de 10 mm x 10 mm et d'atteindre les capitules. Il en est de même du vent. De ce fait, la pollinisation croisée et l'autopollinisation sont possibles.

(vi) Cages empêchant l'accès de la plupart des insectes: seul le vent peut passer à travers les mailles du grillage de 1 mm x 1 mm. De ce fait, seule l'autopollinisation est réalisable puisque la pollinisation croisée par le vent ne semble pas possible en raison du regroupement des grains de pollen en polyades avec 16 à 24 monades (Sowumy, 1974) et les très petits insectes < 1 mm (fig. 5.5.1).

Les installations des sacs et cages sont répétées en raison des chutes et vols nombreux. Tous les sacs manquants sont donc journalièrement remplacés. Le tableau 5.5.1 suivant résume les traitements et les modes de pollinisation possibles.

- Récolte du pollen, extraction et conservation du pollen

C'est au crépuscule que les fleurs commencent à déployer leurs pistils. De ce fait, entre 16 h et 18 h 00, les capitules sont récoltés avec le pédoncule floral et transportés au laboratoire. Les pédoncules sont ensuite incisés et trempés dans une bouteille d'eau, alors que les capitules pendent au-dessus de l'encolure de la bouteille. Les bouteilles avec leurs capitules sont séparées par arbre, conservées sur des feuilles de papier dans un endroit tranquille, toute la nuit, à température ambiante pour favoriser l'anthesis et la collecte du pollen.

Le lendemain matin, une partie du pollen libéré, est tombé sur le papier. Le reste peut être récupéré sur le capitule en tapant légèrement la tête du capitule contre les feuilles de papier. Tout le pollen et les anthères vides peuvent être rassemblés. Ensuite le pollen est séparé des anthères manuellement, en secouant et tapotant légèrement le papier. Il est ensuite placé dans des tubes et conservé en chambre froide à 4°C.





**Figure 5.5.1 Cages anti-insectes**

**- Pollinisation manuelle assistée**

La manière la plus efficace de polliniser aurait été d'émasculer les fleurs avant l'anthèse et d'appliquer alors le pollen au moment où les pistils sont les plus réceptifs. Cependant, l'émasculation des fleurs de *P. biglobosa* s'est révélée compliquée après plusieurs tentatives en raison du nombre très élevé des fleurs. Les étamines et les pistils se déploient ensemble -couper les anthères entraînerait la destruction des pistils, à moins de les enlever une à une - ce qui rend l'opération fastidieuse. Le capitule porte environ 2 500 fleurs et chaque fleur environ 11 anthères. C'est pourquoi la pollinisation a été faite sans émasculature. Ainsi le traitement "pollinisation croisée" pourrait faire intervenir également l'autopollination. Le pollen est appliqué sur le capitule avec un pinceau qui est stérilisé dans l'alcool à 90% avant et après avoir pollinisé un capitule.

**- Suivi des capitules et des gousses**

Un suivi journalier et régulier est réalisé sur chaque capitule et les observations portent sur l'évolution des inflorescences (le nombre de gousses par capitules fructifères). Ces observations se poursuivent jusqu'à la maturité et à la récolte des gousses. Après la

formation des gousses, les sacs et les cages sont enlevés afin que les gousses se développent dans les conditions ambiantes normales.

- Méthode d'analyse statistique

Pour le nombre de capitules, avec ou sans gousses, un modèle logarithmique linéaire (logit) prenant en compte l'ensemble de la dispersion a été utilisé (Mac. Gullagh & Nelder, 1990). Le nombre de gousses par capicule a été quant à lui analysé selon une régression des racines carrées des valeurs de y qui représente Y, ce qui permet d'assurer l'homogénéité de la variance.

Pour le nombre de capitules fructifères, les analyses de déviations ont été réalisées selon les modèles suivants, avec une distribution binomiale.

$$* \text{Modèle } (Y_i) = \text{constante} + \text{traitement } i + E_i \quad \left( y_i = \frac{P_i}{1-P_i} \right) = \text{Log} \frac{P_i}{(1-P_i)}$$

Y = proportion

Pour le nombre de gousses par le nombre total de capitules, le modèle statistique est le suivant:

$$* \text{Modèle } (Y_{ij}) = \text{constante} + \text{traitement } y + E_{ij}$$

### 5.5.3 Résultats

#### Biologie florale

- *Développement et caractères des inflorescences*

La floraison intervient de décembre à avril pendant la saison sèche. De nombreuses inflorescences se développent au bout de pédoncules qui pendent sous forme de grappe d'inflorescences (synflorescences). Le développement des inflorescences sur un même arbre n'est pas synchrone et peut s'étaler sur une période de 6 à 8 semaines. Hopkins (1983) a étudié les différents stades de développement des inflorescences ainsi que les types et le nombre de fleurs par inflorescence (à savoir en moyenne 2552, dont 2206 fleurs fertiles, 261 fleurs nectarifères et 85 staminoides). Les observations concernant les différents caractères des inflorescences de *P. biglobosa* dans 6 populations au Burkina confirment dans une certaine mesure ces résultats (Buitelaar, 1994). Elles font ressortir l'existence d'une différenciation géographique dans le nombre d'ovules par ovaire (entre 23 et 24 en moyenne pour les populations de l'est du Burkina et entre 19 et 21 en moyenne pour les populations du sud-ouest). Cependant, la nature et la cause d'une telle variation n'ont pas été établies.

- *Anthèse*

Les premiers signes d'ouverture des fleurs peuvent être observés environ 24 heures avant l'anthèse. Le processus de développement est similaire à celui de *P. bicolor* décrit par

Grünmeier (1990). Il existe 2 sortes de capitules, les uns présentant un développement synchrone alors que les autres ont des fleurs à développement séquentiel (fig. 5.5.2 et 5.5.3).

L'anthèse commence au crépuscule et dure une seule nuit. L'androcée comprend 10 étamines à long filet dépassant largement la corolle. Les anthères à déhiscence longitudinale libèrent des grains de pollen de couleur jaune.

Nos observations concordent avec ceux de Grünmeier (1990), Hopkins (1981) et Millogo-Rasolodimby (1989) selon lesquelles la protandrie est marquée. Dans la plupart des cas, l'ovaire est prolongé d'un style ne dépassant pas généralement la hauteur du calice, au moment de la maturation de l'androcée; dans certains cas, nous avons observé le contraire. Certains capitules sont synchrones (Buitelaar, 1994). L'anthèse intervient dans la plupart des capitules entre 19h-20h alors que le pollen commence à être libéré pour couvrir progressivement, en 1 heure environ, toute la zone des fleurs fertiles. A ce moment, les styles des stigmates sont encore enroulés à l'intérieur du tube floral. La seconde phase commence vers 24h alors que les fleurs fertiles déroulent leurs styles, exposant les stigmates environ au même niveau ou dans certains cas au delà des anthères.

#### - Sécrétion nectarifère

La sécrétion du nectar commence vers 16-17h pour atteindre un maximum vers 19h-20h. De grandes quantités de nectar, ayant une forte odeur identique à celle de la pulpe sont secrétées par les fleurs nectarifères et sont stockées dans la zone de dépression, au-dessus des fleurs fertiles, attendant ainsi les visites des chauves-souris et des insectes.



Figure 5.5.2 Capitule de *P. biglobosa* à développement séquentiel



**Figure 5.5.3** Capitule de *P. biglobosa* à développement synchrone

**- Réceptivité stigmatique**

Des observations très détaillées ont été réalisées par Buitelaar (1992). 15 arbres ont été échantillonnés dans la population de Bisséghin (Ouagadougou). La période d'anthèse et d'apparition des pistils ont été observées, toute les 30 min. de manière à situer les périodes où la pollinisation serait possible.

Les filaments des anthères et les pistils d'une inflorescence se déploient environ à la même vitesse, pour atteindre 20-22,5 mm de longueur entre 22 et 5.00 heures. Ni le pistil ni l'anthère ne dépasse pas l'autre de plus de 3 mm. Les fleurs commencent à se faner entre minuit et 5.00. Quelques inflorescences sont fonctionnellement males avec un pistil qui ne croit pas (Buitelaar, comm. pers.).

**- Développement des inflorescences et des fruits**

Buitelaar (1992) a étudié les différentes étapes du développement des capitules et des gousses de *P. biglobosa*. Ces observations sont résumées dans les figures 5.5.4 et 5.5.5.

**Influence du mode de pollinisation et des agents pollinisateurs**

**- Nombre de capitules fructifères (%)**

L'analyse de déviance montre des différences significatives entre traitements. Le classement des traitements par ordre décroissant est le suivant.

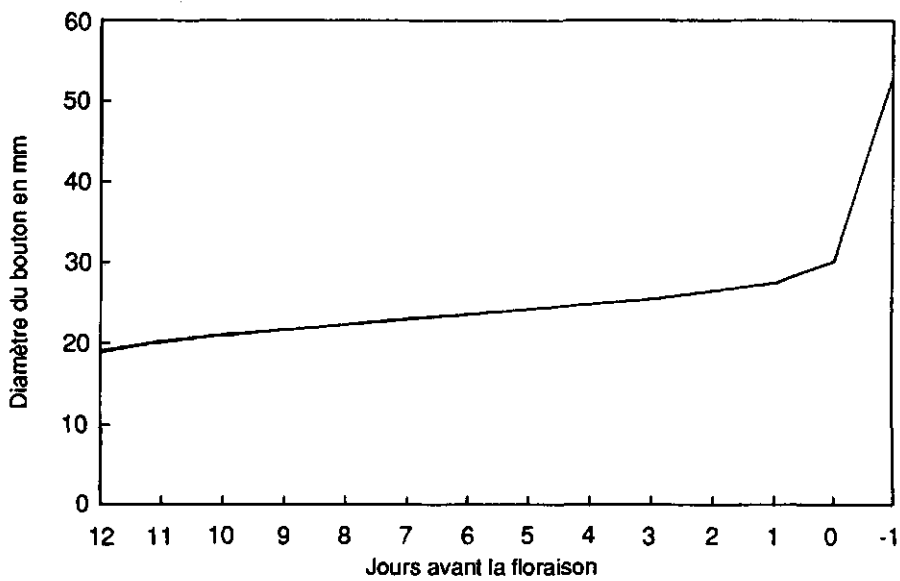


Figure 5.5.4 Développement du capitule au cours du temps (selon Buitelaar, 1992)

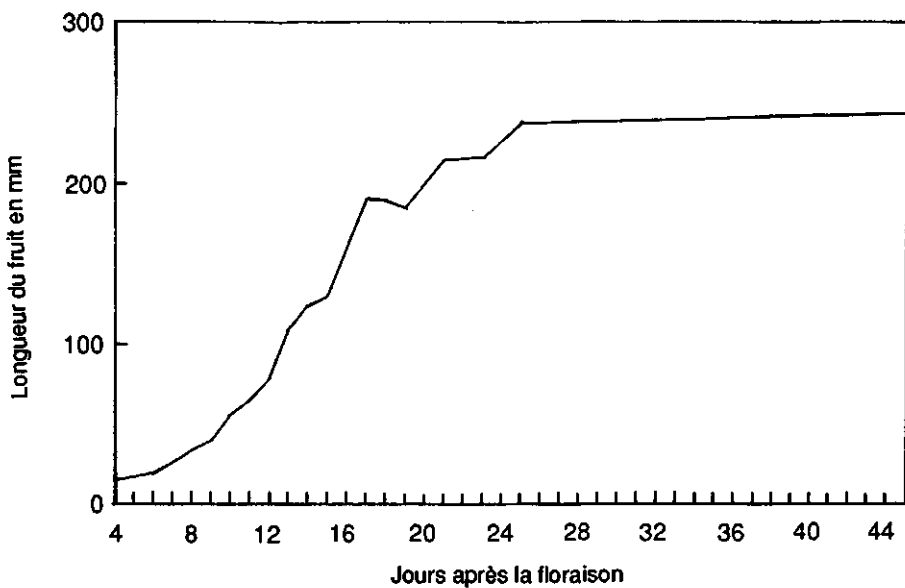


Figure 5.5.5 Développement du fruit au cours du temps (selon Buitelaar, 1992)

Les résultats dans le tableau 5.5.2 font ressortir l'absence de différences significatives entre le traitement 5 (anti chauves souris) et le traitement 1 (témoin), ce qui suggère que dans les conditions environnementales et écologiques de la région de Ouagadougou, les chauves souris ne jouent pas un rôle très significatif dans la pollinisation. Il convient cependant de mentionner que le rôle des chauves-souris dans la pollinisation de *P. biglobosa* pourrait être plus important dans les zones humides que dans les zones sèches. Par contre, il se dégage une différence significative entre les traitements 1, 5 et le traitement 6 (anti-insectes), ce qui met en évidence le rôle significatif des insectes dans la pollinisation.

Par ailleurs, nos résultats font ressortir que les traitements 1, 4 et 5 donnent des résultats plus probants (du point de vue du nombre de capitules fructifères) que les traitements 2, 3 et 6. Ainsi, bien que l'auto-pollinisation soit possible, la pollinisation croisée est préférentielle.

**Tableau 5.5.2 Nombre de capitules fructifères**

Traitements	Valeurs moyennes		Erreur	Classement
	Théorique	Mesurées		
5. Anti chauves-souris	32,28	37,35	5,85	a
1. Témoin	26,95	28,24	3,91	a
6. Anti-insectes	15,81	18,19	3,57	b
4. Pollinisation	10,11	11,09	4,46	b c
3. Autopollinisation assistée	7,05	6,74	2,02	c
2. Autopollinisation	4,22	4,35	1,60	c

Les résultats obtenus avec le traitement 6 ne diffèrent pas de ceux des traitements 2 et 3 démontrant ainsi que le traitement anti-insectes a le même effet que l'autopollinisation.

Il convient de remarquer que les résultats de 1992 ont été sensiblement améliorés par rapport à ceux de 1991, principalement en raison de la plus grande maîtrise dans l'exécution, ainsi que de la meilleure compréhension de la biologie florale (notamment la période de réceptivité stigmatique). En effet, en 1992 les opérations de pollinisation ont été réalisées dans la soirée, entre 19.00 et 20.00 h, c'est-à-dire selon nos résultats juste après l'anthèse et juste avant la période de réceptivité stigmatique qui interviendrait de 20.00 à 8.00 h (et même 9.00 h). Elle dépend des conditions atmosphériques, notamment de la température.

En 1991, nos résultats ont fait ressortir une différence entre le traitement 6 et les traitements 2 et 3, dû à un effet "sac" de l'ordre de 30%. Afin de mieux analyser l'effet du type sac (ouvert ou fermé ou du mode de pollinisation, auto + pollinisation croisée), d'autres analyses ont été réalisées. Les détails de ces analyses sont présentées ci-dessous.

Il en ressort que:

- l'effet arbre est négligeable;
- il n'existe pas de différences significatives lorsque le sac est ouvert (en autopollinisation, traitement anti-insectes) ou lorsqu'il est fermé (en pollinisation croisée + autopollinisation). La chaleur dans le sac a un effet dépressif significatif sur le nombre de capitules fructifères par la pollinisation croisée;
- les sacs très fins utilisés en 1991 (couramment utilisés et adaptés en Europe) entraînent une réduction du nombre de capitules fructifères, avec un effet de l'ordre de 33% en autopollinisation et de l'ordre de 37% en pollinisation croisée. La présence des insectes (des abeilles dans les cages anti-chauve-souris) entraîne une augmentation du nombre de capitules fructifères de l'ordre de 58%.

Sur la base de ces résultats, les techniques ont été affinées de manière à réduire l'effet de la température excessive sur les capitules. Ainsi, des sacs de pollinisation plus adaptés et permettant une meilleure aération ont été utilisés en 1992 pour la poursuite de nos investigations.

Tableau 5.5.3 Valeurs moyennes théoriques (%) de capitules fructifères

SAC	POLLINISATION	
	AUTO	CROISEE (+AUTO)
Ouvert	16,7	28,55
Fermé	5,54	10,84

### Nombre de gousses par nombre total de capitules

L'analyse de variance montre l'existence de différences significatives entre les traitements. Les données détaillées sont obtenable auprès de l'auteur.

Le classement des traitements par ordre décroissant est le suivant:

Il ressort du tableau 5.5.4 que d'une part l'effet arbre est négligeable, d'autre part le témoin n'est pas significativement différent du traitement anti-chauves-souris, ce qui suggère que les chauves-souris ne jouent pas un rôle significatif dans la pollinisation.

Par ailleurs, il ressort des résultats ci-dessus que les rendements en gousses obtenus par auto-pollinisation est faible comparativement à ceux de la pollinisation croisée.

Comme dans le cas précédent, à savoir le nombre de capitules fructifères, les rendements de 1992 sont plus élevés que ceux de 1991 (environ 6 gousses par capitules en 1992 contre 0.5 gousse en 1991) en raison de l'efficacité de la méthodologie utilisée (notamment la période propice retenue pour les essais de pollinisation en rapport avec la réceptivité stigmatique et le type de sac utilisé). L'influence du sac est plus importante sur le nombre de gousses que sur le nombres de capitules fructifères.

L'analyse de l'influence du type sac (fermé ou ouvert) ou du mode de pollinisation (auto ou croisée (+auto) révèle l'absence de différence significative lorsque le sac est ouvert en autopollinisation (traitement anti-insectes) ou lorsqu'il est fermé, (en pollinisation croisée). Ceci confirme bien nos résultats selon lesquels l'effet du sac aurait eu en 1991 un effet très dépressif aussi bien sur le nombre total de capitules fructifères

que sur le nombre de gousses (tableau 5.5.5).

### Nombre de gousses par rapport au nombre total de capitules fructifères

L'analyse de variance montre l'existence de différences significatives entre les traitements. Le classement des traitements par ordre décroissant selon les valeurs des moyennes est présenté au tableau 5.5.6.

L'analyse de variance réalisée sur le facteur mode de pollinisation a révélé des différences significatives selon le tableau 5.5.7.

Les différences observées sont dues principalement à l'effet sac. Il convient de noter que les rendements obtenus par la pollinisation croisée ont été notablement améliorés en 1992 en raison de l'utilisation de sacs plus adaptés aux conditions environnementales (Buitelaar, 1992). Cependant, il ne ressort pas de différence significative entre les traitements anti-chauve-souris et anti-insectes.

L'effet pollinisation croisée par rapport à l'autopollinisation entraîne une augmentation du nombre de gousses de l'ordre de 63%.

Tableau 5.5.4 Analyse de variance: nombre de légumes par nombre total de capitules

Traitements	Valeurs moyennes		Erreur	Classement
	Théorique	Mesurées		
1. Témoin	1,08	1,17	0,12	a
2. Anti-chauves-souris	0,88	0,77	0,11	a
3. Anti-insectes	0,48	0,16	0,11	b
4. Pollinisation croisée	0,41	0,23	0,14	b c
5. Autopollinisation manuelle	0,15	0,023	0,01	c
6. Autopollinisation	0,14	0,019	0,01	c

Tableau 5.5.5 Effets sac et du mode de pollinisation sur le nombre de gousses par nombre total de capitules (valeurs moyennes théoriques)

POLLINISATION	AUTO	CROISEE (+AUTO)
SAC		
Ouvert	0,30	0,88
Fermé	0,14	0,26



**Tableau 5.5.6** Analyse de variance: nombre de gousses par rapport au nombre total de capitules fructifères

Traitements	Valeurs moyennes		Erreur	Classement
	Théoriques	Mesurées		
Témoin	4,67	5,12	0,21	a
Anti-chauves-souris	2,19	2,59	0,19	a
Anti-insectes	1,33	1,38	0,19	a
Pollinisation croisée	2,95	3,56	0,33	a b
Autopollinisation (manuelle)	0,74	1,02	0,23	b
Autopollinisation	0,85	1,56	0,23	b

**Tableau 5.5.7** Effet du type de sac et du mode de pollinisation sur le nombre de gousses par rapport au nombre total de capitules fructifères (valeurs moyennes théoriques)

POLLINISATION	AUTO	CROISEE (= +AUTO)
SAC		
Ouvert	1,39	3,74
Fermé	1,29	3,56

#### 5.5.4 Discussion

##### *Effet du sac sur les rendements*

Nos investigations ont permis de mettre en évidence un effet sac important dû à la chaleur à l'intérieur des sacs de pollinisation.

##### *Système de reproduction*

Le système de reproduction chez *P. biglobosa* est l'allogamie préférentielle et l'autogamie possible. Un certain degré d'auto-incompatibilité interviendrait, comme pour certains *Acacia* africains (Tybirk, 1992) et australiens (Kenrick et Knox, 1989).

Les rendements obtenus par autofécondation sont bien inférieurs à ceux de l'allofécondation pour le nombre de capitules fructifères environ 6% en 1991. Cependant des taux d'autofécondation plus élevés (11%) ont été signalés (Buitelaar, 1992). Il en est de même pour le nombre des gousses par capitule fructifère. Ces résultats précisent les hypothèses de Hopkins (1984).

Ils contredisent cependant les hypothèses de Millogo-Rasolodimby (1989) selon lesquelles la pollinisation ne peut être que croisée. Au vu des rendements faibles, du nombre très élevé de fleurs fertiles (plus de 1000 par capitules) et donc du ratio

pollen/ovule élevé, il semble qu'un système d'auto-incomptabilité partiel interviendrait pour limiter l'autofécondation. Selon Kenrick et Knox (1989), pour les plantes partiellement compatibles il existerait un système gamétophytique avec des allèles multiples et comprenant des allèles postzygotiques létaux. Lorsque les individus sont homozygotes ou hétérozygotes, les allèles létaux entraînent la mort des zygotes et réduisent ainsi le nombre de fruits obtenus par autopollinisation. Ces allèles létaux seraient donc responsables du taux d'avortement élevé. Un travail plus détaillé dans ce domaine est nécessaire.

Les chauves-souris jouent un rôle important dans la pollinisation, mais pas un rôle indispensable. Nos résultats montrent que dans les conditions écologiques de la région de Ouagadougou, le rôle des chauves-souris dans la pollinisation de *P. biglobosa* n'est pas essentiel. Leur faible nombre dans la région à cette époque semble être bien compensé par les abeilles qui, par ailleurs représentent le groupe de vecteurs de pollen le plus important et actif (chapitre 5.6). Il convient cependant de noter que l'importance relative de ces agents à la pollinisation peut varier d'une population à une autre. Il semble que dans les zones soudaniennes et guinéennes, la participation des chauves-souris à la pollinisation serait plus déterminante que dans la zone sahélienne. Enfin, il semble exister une stratégie de l'arbre pour tirer le maximum de bénéfice de la présence des différents pollinisateurs et augmenter les chances de fécondation (chapitre 5.6).

## 5.6 Visiteurs et Agents pollinisateurs de *Parkia biglobosa*

### 5.6.1 Introduction

La biologie florale et la reproduction de *P. biglobosa* ont été traitées par plusieurs auteurs (Hagos, 1962; Hopkins, 1981; Grünmeier, 1990; Millogo-Rasolodimby, 1989; Faegri et van der Pijl, 1967). Il ressort de ces divers travaux que les espèces du genre *Parkia*, notamment *P. biglobosa* est adaptée à la pollinisation par les chauves-souris. C'est pour cette raison que les travaux de plusieurs auteurs ont été consacrés au rôle des chauves-souris dans la pollinisation. Cependant, peu d'informations détaillées sont disponibles sur les comportements des autres visiteurs et leur rôle éventuel dans la pollinisation.

Considérant que d'autres agents pourraient jouer un rôle important dans la pollinisation, nous avons mis en place une série d'observations continues dans plusieurs stations au Burkina Faso dans le but d'obtenir des informations plus détaillées sur leur comportement au cours du butinage.

### 5.6.2 Matériel et méthodes

#### - Station d'observation

Les observations ont été effectuées dans 3 peuplements naturels de *P. biglobosa*, dans les villages de Silmissin et de Bisséghin, à proximité de Ouagadougou (700 mm, dans le domaine nord soudanien) et de Ramané à proximité de Kaya (500 mm, dans le domaine sud sahélien). Les stations d'observation sont indiquées dans la carte 5.3.2 (selon Guinko, 1984).

#### - Période des observations

Les observations ont eu lieu au cours de la période de floraison, entre mars et avril 1991. Dans chacune des 3 stations, elles ont été réalisées, pendant 15 heures en moyenne par jour, de 5h00 à 19h00 et quelquefois plus tôt ou plus tard. Des informations portant sur le type de visiteurs, la fréquence, la durée de la visite ainsi que son comportement ont été recueillies.

#### - Nature des observations

Les visiteurs observés peuvent être regroupés en 3 groupes:

- . des insectes (hyménoptères, diptères, coléoptères et lépidoptères.)
- . des oiseaux (colibris, pigeons verts, perroquets,...)
- . des chéiroptères (chauves-souris, roussettes). Certains visiteurs ont été capturés en vue d'observation plus détaillées et d'identification précise.

Par ailleurs, les observations ont porté sur le développement des inflorescences, les périodes d'épanouissement des capitules, d'émission de nectar, de libération du pollen et de déploiement des pistils.

### 5.6.3 Résultats

#### - Synchronisme écologique

Les caractéristiques du capitule de *P. biglobosa* lui permettent d'offrir une large surface d'atterrissage et d'accueil aux visiteurs qui ont aussi un accès facile au nectar et au pollen. De même, de par la couleur rouge des fleurs et la forte odeur du nectar, les inflorescences de *P. biglobosa* produisent des stimulus efficaces qui attirent de nombreux visiteurs ayant des préoccupations diverses à savoir l'exploitation des ressources alimentaires, les lieux de rencontre entre sexe, de repos, de ponte, de découverte, de prédation ainsi que le parasitisme.

#### - Synchronisme physiologique: sécrétion nectarifère, anthèse, période de réceptivité stigmatique

Les observations ont fait ressortir les comportements suivants:

L'épanouissement des capitules intervient dans la soirée entre 15 h et 16 heures. La sécrétion de nectar commence juste avant la nuit vers 18 heures. Pour commencer, le nectar est très visqueux. Au fur et à mesure, le nectar devient plus fluide et coule plus vite. Les étamines se déploient entre 19 h - 20 h pour libérer le pollen. Cependant, il est possible d'observer du pollen plus tôt, entre 17 h 30 et 18 h. Il a été noté une certaine variabilité individuelle dans le comportement phénologique des arbres. Buitelaar (1994) a trouvé que les arbres avaient des comportements différents. C'est entre 21 h et 23 h que les pistils se déploient. Ces observations correspondent à celles faites par Grünmeier (1991), sur *P. bicolor* au Cameroun.

## \* Les Hyménoptères

### Les Abeilles (*Apis mellifera* var. *adansonii*)

La fréquence et la durée des visites des abeilles sont présentées dans le tableau 5.6.1. Les abeilles visitent les fleurs de *P. biglobosa* au crépuscule (17 h - 19 h), puis à l'aurore (6 h - 7 h), parfois jusqu'à 9 h et s'intéressent au pollen et/ou au nectar. Il convient de noter que leurs visites ont surtout lieu pendant les heures fraîches de la journée ou exceptionnellement après une pluie.

Il a été observé que les abeilles capturées portaient des pelotes de pollen dans leurs corbeilles ainsi que des graines de pollen sur leurs corps. Cependant, la quantité de pollen n'a pas été déterminée.

L'abeille vole, visitant un capitule épanoui (fleurs libérées) ou non, va à un autre, ou à un réceptacle floral dont les fleurs ont déjà chuté et qui est enduit de nectar coagulé, va à un autre arbre ou à la ruche. Il est alors chargé de pollen ou de nectar. Cependant l'emplacement des ruches et la distance parcourue n'ont pas été déterminés.

L'abeille visite le capitule au vol stabulaire ou se pose directement sur l'inflorescence, soit dans la zone nectarifère (fleurs stériles) soit dans la zone à pollen (fleurs fertiles) ou dans la partie supérieure du capitule (fleurs mâles). Dans la partie à pollen, elle butine quelques secondes en récoltant le pollen sur tout le pourtour du capitule le transportant dans les pelotes ou sur son corps. Dans la partie nectarifère, l'abeille stationne un instant, change de position ou de place, butine pendant plusieurs secondes à plus d'une minute puis s'envole et change de capitule.

Selon les observations faites, les abeilles sont plus fréquentes et plus nombreuses sur les zones nectarifères des capitules dans la soirée entre 17h - 19h (fig. 5.6.1 et 5.6.2)

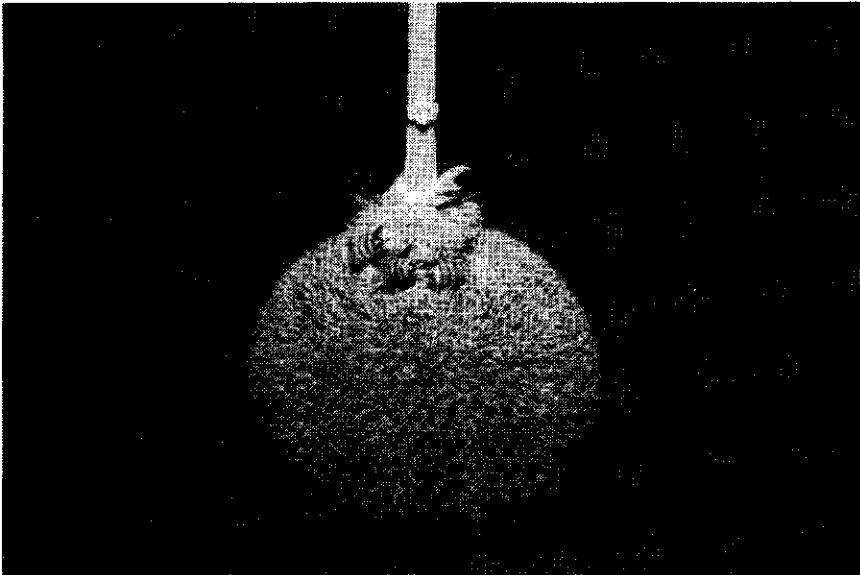


Figure 5.6.1 Visites d'abeilles dans la zone nectarifère au crépuscule

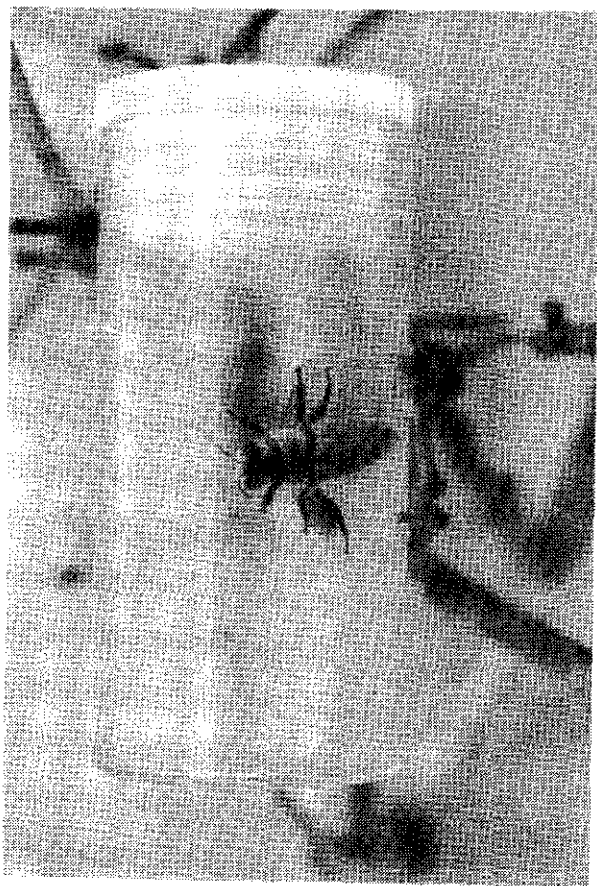


Figure 5.6.2 *Apis mellifera* var. *adansonii* capturée au cours des observations

ce qui correspond à la période de sécrétion du nectar. Par contre au cours de leurs visites matinales, entre 6 h - 7 h, la plupart des abeilles abondent et butinent surtout dans la zone à pollen, y compris dans la zone des fleurs fertiles. La durée de chaque visite est d'environ 1 min. 30 sec. aussi bien à l'aurore qu'au crépuscule.

Le phénomène d'attraction des abeilles est largement décrit par plusieurs auteurs (Barth, 1985; Pesson & Louveau, 1984; Faegri et van der Pijl, 1979; Guinko, 1987). En ce qui concerne *P. biglobosa* la couleur rougeâtre de l'inflorescence ainsi que l'odeur du nectar semblent être les principaux stimuli. Les observations faites dans différentes stations ont permis de noter ce qui suit:

- dans la station subsahélienne de Ramané (Kaya), où les températures journalières sont élevées, les visites des abeilles ont surtout lieu tôt dans la matinée entre 5 h et 6 h, et dans la soirée entre 18 h et 19 h. Le nombre de visites peut atteindre 47 par heure en moyenne pour une inflorescence avec une durée moyenne de 51 secondes par visite.
- cependant à Bisséghin, station nord-soudanienne, les abeilles ont été observées, visitant

les inflorescences de 5 h jusqu'à 8 h - 9 h et dans la soirée dès 16 h - 17 h. Le nombre de visites diminue notablement en fonction de l'élévation des températures journalières pour atteindre 50 en moyenne pour un capitule, pour une durée d'environ 1 mm. Exceptionnellement, le lendemain d'une pluie, les abeilles peuvent butiner plus longtemps et plus activement, de 5 h à 10 h et de 16 h à 19 h.

#### \* Les Bourdons (*Monomorium pharaonis*)

La fréquence et la durée des visites des bourdons figurent au tableau 5.6.2.

Les bourdons visitent les inflorescences de *P. biglobosa* de l'aube au crépuscule sans interruption totale mais c'est généralement entre 8 h et 9 h puis entre 16 h et 18 h que les activités de butinage sont les plus intenses. Toutefois par temps chaud, il est observé un ralentissement de l'activité de butinage. Tout comme chez *Apis mellifera*, le rythme et la fréquence des visites varient selon la disponibilité de nectar et de pollen d'une part et des conditions atmosphériques d'autre part. Le comportement des bourdons au vol ressemble à celui des abeilles. Cependant il est rare de les observer revenir sur la même inflorescence sans effectuer de vol d'équilibre. Une fois sur l'inflorescence, l'insecte entre parmi les étamines et les pistils, butine dans les corolles, remonte, pour y séjourner plusieurs secondes voire des minutes ou même durant des heures. Cependant dans la partie nectarifère du capitule, le temps de butinage est plus réduit. Nous avons observé des grains de pollen sur le corps et les pelotes des bourdons capturés qu'il serait intéressant de quantifier.

#### \* Les Guêpes

Quelques rares fois des guêpes ont été observées visitant les inflorescences de *P. biglobosa*. Certaines guêpes ont été également aperçues la nuit visitant les capitules apparemment à la recherche de nectar ou de proies. Dans la journée, les guêpes sont généralement en contact avec des inflorescences déjà fanées. Il semble que pour *P. biglobosa*, elles n'interviennent pas dans la pollinisation.

#### - Les Coléoptères

Les insectes que nous avons observés sont des coccinelles et des scarabées ; ceux-ci visitent les inflorescences aussi bien dans la journée (le matin et le soir), quelquefois dans la nuit. Elles se posent sur la partie nectarifère des capitules ou dans la partie fertile; en particulier, les coccinelles se fixent entre les étamines et les pistils. Généralement lourds et paresseux, les coléoptères se déplacent peu et séjournent donc plus longtemps dans les inflorescences que tous les autres visiteurs entre 19 h - 20 h. Vers 3 h du matin, nous avons observés dans les inflorescences des petites coccinelles de diverses couleurs (vertes et jaunes) butinant surtout du pollen. Nous pensons que les coléoptères avec leurs pièces buccales de type broyeur, et donc mal adapté au prélèvement du nectar, blessent souvent les réceptacles floraux, les corolles et les pistils.

Leur rôle accidentel dans la pollinisation, n'est cependant pas à exclure en raison de la période de leurs visites très matinales alors que les stigmates sont encore très réceptifs.

## - Les Diptères

### \* Les Mouches (*Sarcophaga carnaria*)

La fréquence des visites des mouches figure en tableau 5.6.3.

Les mouches de viande ont été observées sur les capitules de *P. biglobosa*. Leurs visites ont généralement lieu dans la journée entre 7 h et 11 h dans la matinée et 15 h - 18 h dans l'après-midi. Elles se posent soit dans la partie à pollen ou sur les pédoncules pour ensuite progresser dans la zone à nectar. Après le butinage, elles remontent sur le pédoncule, soit pour y redescendre, soit pour s'envoler en direction d'autres capitules ou d'autres arbustes voisins. Elles peuvent séjourner de longues minutes, parfois des heures lors d'une visite. On pourrait donc penser qu'elles se reposent sur les organes. Leurs caractéristiques et comportement de butinage ont été décrits par Pesson (1984). Il se pourrait que les diptères participent dans une certaine mesure à la pollinisation de *P. biglobosa*.

### \* Les Moustiques

Des moustiques ont été observés dans l'arbre mais pas entrain de visiter des inflorescences. La frondaison de l'arbre pourrait donc constituer un lieu de repos ou un lieu de rencontre entre sexe.

## - Les Lépidoptères

Des petits papillons du groupe des Sphingidés ont été observés visitant les inflorescences, surtout dans la nuit. Les Sphingidés observés se posent à proximité du col du réceptacle, sur les fleurs mâles, en général stériles. Ils restent dans cette position pendant quelques secondes, changent de position ou se dirigent vers d'autres inflorescences. Leur comportement a été décrit comme ayant une similitude avec celle des oiseaux colibri (Hopkins, 1981).

Nous ne possédons pas suffisamment d'information concernant le comportement des papillons d'une inflorescence à un autre. Cependant leur tendance de butinage consiste à visiter le maximum de capitules afin de se nourrir suffisamment de nectar. Il est peu probable qu'au cours de leurs visites les papillons transfèrent du pollen. Par conséquent, ils pourraient ne pas intervenir dans la pollinisation.

## - Les Oiseaux

### \* Les Colibris (*Pogoniulus chrysonocus*)

La fréquence et la durée des visites des colibris figurent au tableau 5.6.4.

Les visites des petits oiseaux, communément appelés "colibris ou petit barbu à front jaune" ont été observées tout au long de la journée mais plus intensivement le matin, entre 7 h et 8 h puis vers 14 h et dans l'après-midi entre 17 h et 18 h. Ces oiseaux se

Tableau 5.6.1 Fréquence et durée des visites d'*Apis mellifera* sur 3 *P. biglobosa* dans 3 peuplements au Burkina Faso en 1991

Heures		5.00-6.00	6.00-7.00	7.00-8.00	8.00-9.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00
Ramané 26/04/91 (27/04/91)	Nombre moyen de visites/heure/capitule	91 (94)	-	-	-	-	-	94 (138)
	Durée moyenne de la visite	51 (51)	-	-	-	-	-	43 (41)
Silmassin 22/04/91 (14/04/91)	Nombre moyen de visites/heure/capitule	89 (30)	49 (34)	62 (7)	0 (2)	0 (7)	6 (22)	13 (23)
	Durée moyenne de la visite	70 (27)	120 (23)	53 (35)	- (49)	- (61)	74 (34)	53 (78)
Bisséghin 07/04/91	Nombre moyen de visites/heure/capitule	20	55	20	12	28	93	62
	Durée de la visite	39	35	43	70	56	37	87

Visiteurs et agents pollinisateurs de *Parkia biglobosa*



**Tableau 5.6.2** Fréquence et durée des visites de *Monomorium* par/heure/capitule sur 3 *Parkia* dans différents stations au Burkina en 1991

Heures		7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Bisséghin 22/03/94 (14/04/94)	Nombre de visites par heure et par capitule	9	27	19	56	55	31	43	50	27	33	14	5
	Durée de la visite	37 (552)	77 (18)	58 (157)	32 (147)	13 (162)	84 (55)	23 (39)	26 (25)	40 (24)	14 (25)	27 (26)	54 (13)
Silmisissin 12/04/91	Nombre de visites par heure et par capitule	22	35	40	52	48	25	11	16	11	11	16	1
	Durée de la visite	141	195	145	37	31	50	52	52	44	22	63	14
Ramané 26/04/91 (27/04/91)	Nombre de visites par heure et par capitule	35 (41)	36 (16)	33 (17)	43 (17)	37 (20)	46 (51)	19 (31)	17 (12)	20 (26)	16 (59)	77 (37)	46 (59)
	Durée de la visite	64 (235)	166 (157)	99 (230)	59 (181)	39 (181)	95 (161)	51 (91)	55 (127)	39 (65)	43 (45)	43 (72)	18 (23)

**Tableau 5.6.3** Fréquence des visites des mouches par capitule/heure dans 2 stations au Burkina en 1991

Heures		6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Silmisissin 12/04/94	Nombre de visiteurs par capitule par heure	14	21	28	41	-	-	7	6	5	7	12	21	22
	Nombre de visiteurs par capitule et par heure	25	28	33	35	25	17	17	18	16	19	25	31	32

Visiteurs et agents pollinisateurs de *Parkia biglobosa*

Tableau 5.6.4 Fréquence et durée des visites des colibris sur *P. biglobosa* dans 3 localités au Burkina Faso en 1991

Heures		6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
Ramané 26/04/91 (27/04/91)	Nombre de visites/heure/capitule	2 (5)	3 (4)	2 (3)	2 (3)	3 (1)	1 (1)	3 (5)	1 (1)	0 (1)	2 (1)	31 (13)	38 (7)
	Durée de la visite	12 (15)	9 (12)	16 (11)	27 (13)	9 (13)	10 (18)	9 (15)	6 (9)	0 (14)	14 (13)	19 (17)	17 (23)
Silmassin 08/04/91 (14/04/91)	Nombre de visites par heure/capitule	1 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	1 (1)	1 (1)	3 (3)	-
	Durée de la visite (seconde)	15 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	12 (17)	0 (0)	13 (0)	14 (0)	18 (0)	-
Bisséghin 22/04/91 (24/04/91)	Nombre de visites par heure/capitule	4 (3)	0 (0)	0 (0)	4 (0)	3 (6)	4 (0)	4,5 (0)	3 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (0)	0 (5)
	Durée de la visite	17 (27)	0 (0)	26 (0)	16 (0)	19 (16)	15 (0)	23 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	13 (0)	0 (5)

posent sur les pédoncules à proximité de la zone nectarifère. Quelquefois ils atterrissent sur le capitule en vue de prélever des insectes (fig.5.6.3). Les colibris sautillent d'un pédoncule à un autre ou d'une branche à une autre. La visite est très brève et rapide, environ 20 secondes par capitule. Mais il peut séjourner des minutes dans l'arbre. Il semble peu probable que du pollen soit transféré pendant les visites des colibris. Par conséquent, leur rôle dans la pollinisation pourrait être négligeable voire nul.

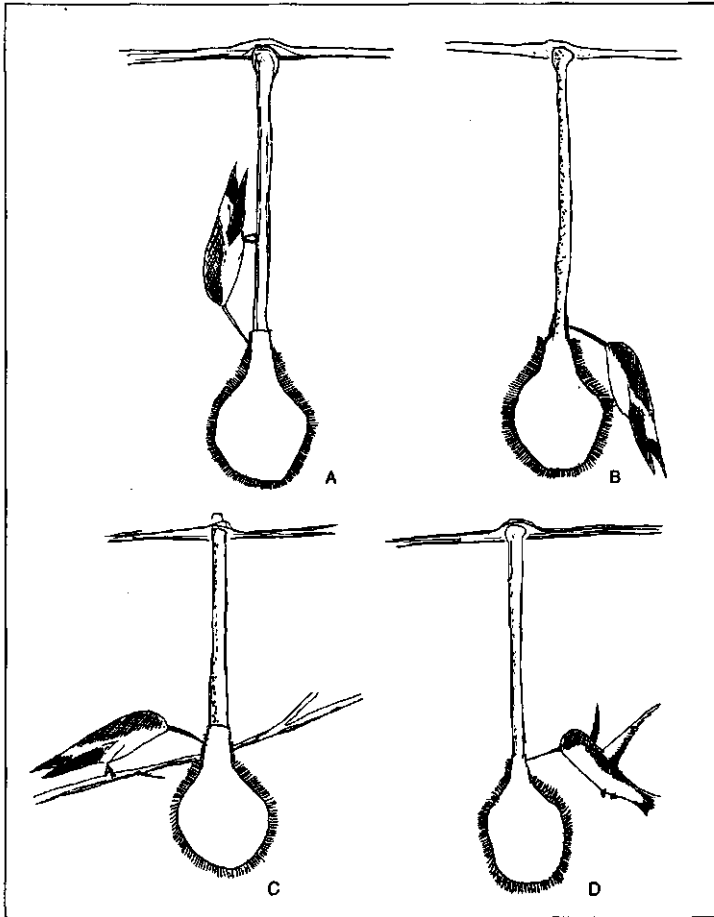


Figure 5.6.3 Comportement au butinage du colibri (*Pogoniulus chrysonocus*)

### - Les Cheiroptères

#### \* Les chauves-souris et les roussettes

Aussi bien à Silmissin qu'à Ramané, nous avons observé des chauves-souris et des roussettes dans la nuit entre 19 h et 22 h puis entre 3 h et 5 h du matin. Elles volent

rapidement sous l'arbre font des - va et vient - et se posent rarement. Quelquefois, elles se posent sur les pédoncules, la tête orientée en bas vers le capitule, recouvrant presque tout le capitule; elles passent quelques secondes dans cette position, puis s'envolent pour revenir ou pour changer de capitule.

Les espèces rencontrées en Afrique de l'Ouest ont été décrites par plusieurs auteurs (Hopkins, 1983; Pesson et Louveau, 1984; Ayensu, 1974; Harris & Baker, 1959; Kington, 1974; Kock, 1972; Rosevaer, 1965). Il s'agit de *Epomorphorus gambianus* Jentink, *Nanonycteris veldkampii* (Jentink) Matschie, *Eidolon helvum* Kerr et *Micropteropus pusillus* Peters (Baker & Harris, 1957; Baker & Harris, 1959; Hopkins, 1983). Les différents comportements des chéiroptères ont également été décrits en détail par Hopkins (1983). Bergman (comm.pers.) a rassemblé à partir des informations de la littérature ou des collections de musée des observations détaillées sur les chauves-souris frugivores au Burkina. Ainsi les espèces ci-après ont été rencontrées au Burkina dans les régions suivantes:

*Epomorphorus gambianus*: espèce de savane arborée, rencontrée dans les régions de Bousouma, Ouagadougou, Nobéré, Nazinga, Po, Arly, Dédougou, Bobo-Dioulasso, Koutoura, Banfora, Ododara; Siederadougou. L'auteur a observé l'espèce visitant des capitules de *P. biglobosa* pour le nectar.

*Micropteropus pusillus*: espèce de savane arborée, rencontrée dans les localités de Nobéré, Po, Djipologo et Koutoura. L'auteur a observé l'espèce visitant les inflorescences de *P. biglobosa*.

*Hypsignathus monstrosus*: espèce de forêts galeries, rencontrée dans les localités de Fo, Orodara, Siédéradougou.

*Lissonycteris angolensis*: espèce de forêt, dort dans les grottes, rencontrée dans les localités de Diébougou et de Orodara.

*Eidolon helvum*: espèce de forêt et de savanes, rencontrée dans les localités de Dori, Ouagadougou, Boromo, Dédougou, Koutoura, Siédéradougou, Fo, Voko, Diédougou.

Enfin au cours de nos observations nous avons rencontré et capturé *Epomorphorus gambianus* (?) visitant des capitules de *P. biglobosa* dans le peuplement de Silmissin. Sur son pelage, elle transportait sur sa partie ventrale des pelotes de pollen de *P. biglobosa*.

#### - Autres Visiteurs

Divers autres visiteurs ont été observés dans la cime de *P. biglobosa*. Il s'agit de prédateurs (éperviers, serpents, margouillats, araignées...), des parasites (larves d'insectes, fourmis...) ou des hétéroptères (*Anthocoris nemorum*), des oiseaux frugivores (pigeons verts, perroquets...). Mais il convient de dire que si pour les visiteurs décrits plus haut, leur présence et leur comportement sont liés au nectar ou au pollen, certains, par contre, ne se rencontrent que par opportunisme ou de façon temporaire (Pesson et Louveau, 1984). Pour de nombreux visiteurs en effet, ces fleurs sont sans doute attractives, mais

elles ne sont qu'un lieu de repos, de refuge ou parfois un lieu de rencontre entre sexe.

#### 5.6.4 Discussion

Les observations réalisées dans les diverses stations ont permis de rassembler davantage d'informations sur les visiteurs et les véritables pollinisateurs.

En ce qui concerne le nombre de visiteurs dans le temps, il ressort des observations que les abeilles sont les visiteurs les plus nombreux entre 6 h - 9 h et 17 h - 19 h, suivi des bourdons et des chéiroptères. Il n'a cependant pas été possible d'enregistrer les temps de visite des chauves-souris en raison des conditions nocturnes d'observations.

Sur la durée de visites, les mouches et les coléoptères viennent en tête avec une durée moyenne de 2 m in par visite.

En ce qui concerne l'attraction par les ressources alimentaires, selon nos observations et dépendant des périodes de visites, nous pensons que le nectar tout comme le pollen constituent des stimuli d'attraction de nombreux visiteurs d'une part grâce aux émissions d'odeurs provenant du nectar et d'autre part par la couleur jaunâtre du pollen.

#### Pollinisateurs efficaces et visiteurs occasionnels

En observant les organismes anthophiles qui visitent les inflorescences de *P. biglobosa*, nous avons voulu distinguer les pollinisateurs efficaces de ceux qui sont simplement des visiteurs occasionnels. Les premiers jouent un rôle dans la pollinisation grâce à la fidélité et à la fréquence de leurs visites selon un rituel qui favorise la récolte mais aussi le transport du pollen vers d'autres fleurs réceptives. Les autres, par contre, visitent les inflorescences par opportunisme et de manière occasionnelle.

Afin de nous aider à analyser les comportements et les implications des différents visiteurs sur un capitule donné, nous avons considéré les facteurs suivants: d'une part le nombre de visiteurs dans le temps (indice de fidélité des visiteurs), la durée la visite (la fréquence des visites), le comportement au butinage, la disponibilité des ressources alimentaires (adaptation des visiteurs) et d'autre part la période de déploiement des étamines et de la déhiscence des anthères, ainsi que celle de la libération des pistils et de la réceptivité stigmatique. Il ressort de cet ensemble d'informations ce qui suit:

- les chauves-souris sont plus indiqués pour être les pollinisateurs les plus efficaces ou les plus probables de *P. biglobosa* (Hopkins, 1983). Cependant, nous ne les avons pas rencontrés en grand nombre dans les arbres au cours de nos observations dans la région de Ouagadougou. Il se pourrait qu'elles soient en hibernation à cette période au Burkina (Millogo-Rasilodimby, 1989).

- En considérant les rapports entre les périodes de réceptivité stigmatique et les autres visites, nous pensons que les hyménoptères et certains diptères peuvent également jouer un rôle important dans la pollinisation. Ces conclusions sont du reste en accord avec les résultats obtenus avec les essais de pollinisation (chapitre 5.5).

Enfin, le rôle des colibris, des lépidoptères, des coléoptères n'est cependant pas très compris et nécessite des observations complémentaires. Selon Hopkins, 1981, les oiseaux notamment les colibris sont attirés par les fleurs à corolle rouge, et qui produisent du nectar riche en sucrose. Il semble donc que le rôle des colibris serait limité uniquement

à la recherche du nectar. En ce qui concerne les lépidoptères et les coléoptères, ils pourraient jouer un rôle dans la pollinisation, surtout au cours de leurs visites nocturnes, qui correspondent d'ailleurs à la période d'anthèse et probablement à la période de la réceptivité stigmatique. En effet, Bawa *et al.* (1985) ont montré, à partir d'un échantillon d'arbres des forêts tropicales d'Amérique centrale que 26% des arbres étaient pollinisés par les chauves-souris, les coléoptères et les lépidoptères (papillons) au cours de leurs visites nocturnes (Bawa *et al.*, 1989; Bawa et Hadley, 1990). Ainsi les émissions d'odeurs du nectar sont pour une grande part, si ce n'est pas entièrement, les moyens par lesquels les inflorescences de *P. biglobosa* attirent les pollinisateurs potentiels.

D'autres espèces associées dans le même peuplement ou dans les environs et qui fleurissent à la même période que *P. biglobosa*, telles que *Vitellaria paradoxa*, *Mangifera indica*, *Ficus gnaphalocarpa* dépendraient des abeilles pour leur pollinisation. Il en résulterait donc une compétition entre les arbres et les capitules pour les pollinisateurs.

De ce fait, *P. biglobosa* aurait développé des adaptations florales, notamment la floraison non synchrone et la floraison séquentielle, la qualité et la quantité du nectar pour certains arbres ou certaines inflorescences, pour favoriser leurs chances d'être visités et par conséquent pour entraîner les pollinisateurs à effectuer des mouvements inter-arbres (Baker, 1973, 1978).

## **5.7 Effets de la pollinisation sur la production fruitière de *Parkia biglobosa* au Burkina Faso**

### **5.7.1 Introduction**

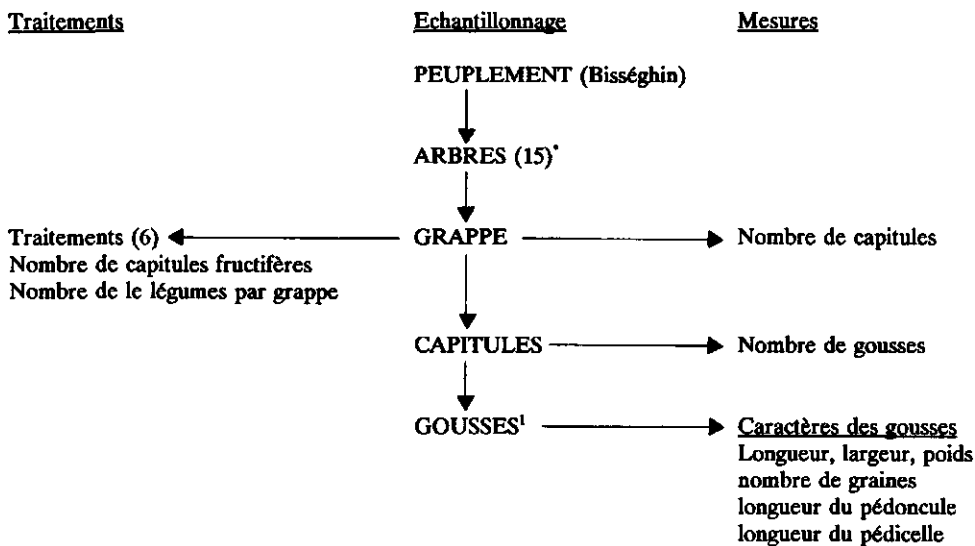
Les investigations précédentes ont permis de déterminer que chez *Parkia biglobosa* l'autogamie est possible (environ 5%) et l'allogamie préférentielle (environ 37%). L'influence de la pollinisation croisée par rapport à l'autopollinisation sur le nombre de gousses par pédoncule est énorme, en moyenne 63%. Nos résultats (chapitre 5.3) ont également mis en évidence que si les chauves-souris jouent un rôle dans la pollinisation (Hagos, 1962; Harris et Baker, 1959; Hopkins, 1983), leur rôle n'est pas indispensable. En effet, les abeilles participent de manière importante dans la pollinisation de cette espèce.

Etant donné que l'allogamie est préférentielle, la pollinisation croisée devrait avoir un effet significatif non seulement sur la quantité de gousses que sur leur qualité. C'est dans le but de vérifier cette hypothèse notamment l'effet de la méthode de pollinisation sur les caractéristiques des fruits et pédoncules que des investigations ont été réalisées au Burkina Faso. Les données ont été obtenus à partir du matériel végétal produit à la suite des essais de pollinisation (chapitre 5.3).

### **5.7.2 Matériel et méthodes**

#### **- Matériel végétal et échantillonnage**

La méthodologie utilisée a été présentée au chapitre 5.3. Elle peut être résumée dans le schéma suivant:



### *Méthode d'analyse statistique*

La méthode utilisée pour les variables est le REML: Estimateur de maximum de vraisemblances restreint (Genstat-Manuel). Elle distingue des traitements fixes (mode de pollinisation et sac) par rapport aux 6 traitements considérés. Dans les 2 cas, le nombre d'arbres et le nombre de capitules à l'intérieur de chaque arbre est déterminé de manière aléatoire.

Modèle (Yi) = Constante + Traitements + Ei  
(y = arbre; = capitule)

Traitements = 6 traitements considérés ou l'effet des traitements combinés entre la méthode de pollinisation et le sac

### *5.7.3 Résultats*

Les résultats des analyses de variance sont rassemblés dans le tableau 5.7.1.

#### - Longueur de la gousse

Il ne semble pas y avoir de différences significatives entre les différents traitements pour ces caractères. Il y a cependant une certaine tendance qui est la suivante: autopollinisation > autopollinisation manuelle > anti-insectes > anti-chauves-souris >

---

<sup>1</sup>Certaines gousses n'ont pas pu être récoltés en raison de pertes dues à des diverses raisons: avortement chute à la suite des orages, récoltés par des enfants, destruction par des prédateurs, récolte précoce par les paysans.

pollinisation croisée > pollinisation libre. D'après cette tendance, il semble que les pédoncules peu chargés portent des gousses plus longues.

- Largeur de la gousse

Il existe des différences significatives entre les traitements favorisant l'allogamie et celles où généralement l'autogamie est possible (à l'exception de l'autopollinisation manuelle).

Cependant la pollinisation croisée ne semble pas avoir un effet positif particulier sur la largeur des gousses. Il semble encore que la charge du pédoncule (le nombre de gousse par pédoncule) détermine la largeur de la gousse.

- Épaisseur de la gousse

Les traitements permettant l'allogamie, l'autopollinisation et l'autopollinisation manuelle, présentent dans l'ensemble des valeurs plus élevées d'épaisseur de gousse par rapport aux traitements favorisant l'allogamie. La pollinisation croisée ne semble pas avoir un effet particulièrement positif sur l'épaisseur de la gousse.

- Volume de la gousse

Les traitements relatifs à l'autogamie (autopollinisation et anti-insectes) produisent les gousses les plus volumineuses par rapport aux 3 traitements allogamies.

Les gousses produites à la suite d'autopollinisation sont nettement plus volumineuses que celles issues de la pollinisation croisée. Cependant le nombre de gousses par pédoncule est 3 à 5 plus élevé.

- Poids de la gousse

Il ne semble pas se dégager de différences particulières entre les différents traitements.

- Nombre de graines par gousses

Il existe des différences significatives entre les traitements autopollinisation et pollinisation croisée. L'allogamie ne semble pas contribuer pas à faire augmenter le nombre de graines par gousse. Cependant, la production totale de graines est plus importante par pollinisation croisée (1,5 à 3 fois) que par autopollinisation en raison du nombre de gousses par pédoncule plus élevé.

- Longueur du pédoncule

La pollinisation croisée semble avoir une influence sur le nombre de gousses, et donc aussi un effet sur la taille du pédoncule. Les pédoncules produits par pollinisation croisée sont en général plus longs (vigoureux) que ceux obtenus par autopollinisation.

- Nombre de gousses par pédoncules = voir nombre de gousses par capitule fructifère (chapitre 5.3). L'allogamie a un effet très positif sur le nombre de gousse par pédoncule. Ce facteur serait très déterminant dans la production fruitière.

- Longueur du pédicule

Il ne semble pas se dégager de différences significatives pour cette variable qui serait corrélée avec la longueur du pédoncule dans certaines régions (chapitre 3.6).



### Traitements

Six traitements ont été considérés selon le type de sac et le mode de pollinisation utilisés:

Sac	Pollinisation	auto	croisée
fermé		- autopollinisation - autopollinisation manuelle	- pollinisation croisée
ouvert		- anti-insectes (1mm x 1mm)	- libre - anti-chauve-souris (10mm x 10mm)

**Tableau 5.7.1 Résultats de l'influence du type de pollinisation sur les caractéristiques morphologiques des gousses, pédoncules et pédicelles**

Mode de la pollinisation	longueur de la gousse (mm)	largeur de la gousse (mm)	épaisseur de la gousse (mm)	volume de la gousse (mm <sup>3</sup> )	pois de la gousse (g)	nombre de graines/gousses	longueur du pédoncule (mm)	nombre de gousses/par pédoncule	longueur du pédicelle (mm)
Pollinisation croisée	181,6 (19,95) a	17,60 (1,14) ab	10,22 (0,55) a	31502 (5429) a	8,62 (1,73) a	11,39 (2,27) a	263,2 (25,80) a	3,56 (0,33) ab	26,64 (3,62) a
Pollinisation libre	194,4 (12,06) a	15,94 (0,88) a	11,66 (0,37) c	37833 (3814) b	11,05 (1,06) ab	13,80 (1,33) b	197,6 (14,79) a	5,12 (0,19) a	27,53 (1,87) a
Anti-chauve-souris	193,9 (11,94) a	16,48 (0,85) a	11,32 (0,35) c	37030 (3677) b	10,74 (1,02) ab	13,26 (1,23) b	193,0 (13,69) a	2,59 (0,19) ab	27,32 (1,85) a
Autopollinisation manuelle	219,5 (20,47) a	15,72 (0,72) c	10,19 (0,51) ab	47794 (5342) bc	12,85 (1,69) ab	10,38 (1,94) b	173,6 (23,25) a	1,02 (0,23) c	20,12 (3,43) a
Anti-insectes	186,0 (20,49) a	21,77 (1,19) a	12,15 (0,52) c	34388 (5545) ab	8,85 (1,96) a	15,65 (2,03) b	229,2 (22,08) ab	1,4 (0,23) c	28,0 (3,66) a
Autopollinisation	234,1 (23,10) a	18,79 (1,15) bc	11,84 (0,52) c	54059 (6176) c	13,78 (1,70) b	17,29 (2,03) c	173,2 (23,21) ab	1,56 (0,23) c	30,04 (4,08) a

Entre parenthèses: erreur; a, b, c: différence significative

#### 5.7.4 Discussion

Les dimensions des gousses, pédoncules et pédicelles sont déterminées par la charge du pédoncule. Moins la charge est importante et plus les dimensions seront élevées. La taille des organes mesurés semble donc être liée à la disponibilité de sève pour alimenter les fruits, (Williams *et al.*, 1990).

Le nombre de gousses par pédoncule est un facteur déterminant dans la production fruitière. Plus les grappes sont chargées, plus le rendement est élevé. L'allogamie n'intervient pas directement pour augmenter les dimensions de chaque gousse individuelle mais en augmentant la charge du pédoncule. De ce fait, la pollinisation croisée augmenterait de manière importante la production fruitière.

Les abeilles ont une incidence notable sur le nombre de gousses par pédoncule et par conséquent sur l'augmentation de la production fruitière. Il n'y a pas de différence significative entre leur rôle et celui des chauves-souris. S'il est plus difficile de gérer la participation des chauves-souris à la pollinisation, il est possible d'accroître les bénéfices et la valeur de l'intervention des abeilles. Dans la majorité des cas, les paysans n'augmentent pas la densité des abeilles par hectare dans le but d'augmenter la production fruitière. Les parcs de néré seraient plus productifs si les paysans reconnaissaient pleinement l'importance et le rôle des abeilles (et des chauves-souris) dans la production fruitière. Ainsi, l'augmentation de la production fruitière du néré et par conséquent une plus grande valorisation des parcs, pourrait être liée au développement de l'apiculture villageoise. De plus, l'apiculture pourrait entraîner des bénéfices sociaux supplémentaires (à savoir la production de miel), allant dans la même logique que celle qui a déterminé le maintien du néré dans le champ-paysan (Guinko, 1987). Il s'agit pour les paysans de diversifier la production et des revenus agricoles pour satisfaire une gamme plus importante de besoins.

## **VI. Conservation et amélioration génétique**

*Cette partie présente nos principales suggestions et propositions pour des recherches futures. La plupart de ces informations ont été formulées et intégrées au cours de la préparation du projet EC "conservation et amélioration de P. biglobosa à usage à but multiples"<sup>1</sup>. En outre, nous avons présenté ces propositions de recherches au cours de la première réunion de ce projet, en Février 1994. Certaines suggestions spécifiques ont été incorporées dans différents précédents chapitres. La plupart des recommandations issues de notre travail de recherche ont déjà été prises en compte, et certaines sont actuellement en cours de mise en application. La dynamique ainsi créée devra permettre la continuation des efforts entrepris à l'échelle régionale et internationale pour l'amélioration, la conservation et l'utilisation effectives des ressources génétiques de P. biglobosa en Afrique soudanienne.*

### **6 STRATEGIES DE CONSERVATION, D'UTILISATION ET D'AMELIORATION GENETIQUE DE *Parkia biglobosa* EN AFRIQUE DE L'OUEST ET CENTRALE**

#### **6.1 Introduction**

Au regard de l'importance socio-économique, culturelle et commerciale de *P. biglobosa* dans la vie quotidienne de millions de populations des régions sahéliennes et soudanaises d'Afrique, il est urgent de remédier à l'insuffisance des connaissances dans divers domaines qui limitent sa vulgarisation à grande échelle. En particulier, les efforts de domestication de l'espèce n'ont pas progressé de manière significative et cela principalement en raison de l'absence des connaissances limitées en matière de diversité génétique (Guinko, 1990).

Il est donc nécessaire d'élargir la base des connaissances en matière de variation morphologique et génétique et de proposer des méthodes et stratégies appropriées d'amélioration et de conservation des ressources génétiques (Guinko, 1990).

#### **6.2 Objectifs de développement**

L'objectif à long terme des recherches sur *P. biglobosa* est de valoriser les parcs et vergers en les rendant plus productifs. Ceci en fournissant du matériel de plantation de haute qualité et en garantissant une disponibilité soutenue d'une large gamme de matériel génétique à partir de populations ou d'individus selon une large base génétique. De ce fait, les bénéfices tirés des peuplements seront plus importants et par conséquent les conditions de vie des populations rurales seront améliorées. Du fait de la valeur croissante des peuplements, les populations auront davantage des motivations à assurer la conservation des peuplements naturels existants ainsi que la mise en place de vergers artificiels à haute rendement.

---

<sup>1</sup> Programme de recherche financé par le CE-STD3 intitulé "Germplasm conservation and improvement of *P. biglobosa* for multipurpose use - EC contract N° TS3-CT92-0072

### 6.3 Approche

Un programme cohérent de recherche-développement orienté sur *P. biglobosa* devrait être basé sur une approche multidisciplinaire. Il s'agit d'intégrer les aspects écologiques, biologiques, génétiques, socio-économiques et culturels relatifs à l'espèce. Une telle approche devrait permettre de proposer des stratégies efficaces pour améliorer l'utilisation mais aussi et surtout la conservation et l'amélioration génétique de l'espèce.

La réalisation d'un tel programme de recherche devrait donc faire appel à une équipe pluri-disciplinaire. Il s'agira de mobiliser des chercheurs travaillant dans divers domaines complémentaires tels que l'écologie, la sylviculture, l'architecture, la biologie de la reproduction, la diversité génétique, l'amélioration génétique, la transformation des produits industriels, etc.

Dans la suite de ce chapitre, nous faisons le point des progrès réalisés dans le cadre des recherches actuelles en dégagant des priorités et des orientations pour les recherches futures.

### 6.4 Progrès, Problèmes, Priorités et Perspectives

#### 6.4.1 Ecologie - Sylviculture - Architecture

##### Progrès réalisés/résultats obtenus par la recherche

*P. biglobosa* est une espèce anthropogène; l'installation et le développement de l'arbre est généralement liés aux activités anthropiques, notamment agricoles. Son milieu de prédilection est l'agro-système où il peut atteindre son plein développement. En zone forestière, l'espèce est moins valorisée que dans les savanes soudaniennes.

La répartition et la densité des peuplements varient selon l'importance accordée à l'espèce, les pratiques de gestion et les types de sols; l'espèce préfère les sols de type sablo-argileux.

- Le centre de diversification des *Parkia* africains se trouve dans la forêt dense humide, notamment dans la région guinéo-congolaise. Au Cameroun et en Côte d'Ivoire par exemple, les 3 espèces se succèdent du nord au sud et cohabitent dans certaines aires.
- Le climat et la végétation associée influencent de manière significative le comportement de l'arbre, lorsque le biotope devient hygrophile et la forêt se ferme, l'arbre modifie son port pour s'adapter à la concurrence pour la lumière (arbres plus élancés en zone forestière).
- L'architecture de *P. biglobosa* s'approche le plus du modèle de Champagnat. La phyllotaxie reste spirallée depuis le stade plantule jusqu'au stade senescence.
- Sur la base du comportement des axes pendant le développement de l'arbre, de la germination à la senescence, 7 versions de ramifications ont été observées, qui ne représentent pas des architectures qualitativement différentes.
- La séquence de développement architectural comprend 9 stades de développement.
- L'architecture sympodiale de *P. biglobosa* se caractérise par l'existence de 5 niveaux d'organisation structurale qui s'emboîtent les uns dans les autres et possèdent une complexité croissante. Les caractères d'organisation de l'espèce sont relatives à un

plan d'organisation polyarchique.

- La forme des cimes de *P. biglobosa* changent au cours du temps et ne sont pas déterminées par les versions de ramifications, ce qui témoigne de la grande flexibilité de l'architecture de l'espèce, qui se manifeste de manière opportuniste et demeure sensible aux conditions écologiques.
- Comme toutes les légumineuses (Oldeman, 1989), *P. biglobosa* adapte son architecture au milieu.

#### Problèmes, priorités et perspectives de recherche

- Préciser les informations de Satabié (1989) sur l'étude des chromosomes des populations des diverses espèces africaines.
- Etablir les possibilités d'hybridation inter-spécifique.
- Vérifier l'hypothèse selon laquelle les processus de domestication de *P. biglobosa* se seront déroulés à partir de populations ancestrales des zones forestières.
- Développer des techniques/méthodes sylvicoles ou de phytopratique adaptées pour *P. biglobosa*: semis directs, plantations, écartements, mortalité en plantations après la 5<sup>ème</sup> année, cassures de branches.
- Conduire des recherches approfondies sur les techniques de gestion traditionnelles des arbres (phytopratiques) en milieu soudano-sahélien, en vue de rassembler des informations suffisantes pour prédire les types de formes et comment les influencer par l'intermédiaire d'interventions sylvicoles dans une perspective d'utilisation en agroforesterie.

#### 6.4.2 Diversité phénotypique

##### Progrès réalisés/résultats obtenus par la recherche

- La variation phénotypique se réalise de manière graduelle selon le gradient latitudinal. Il existe également une transition graduelle dans des caractères botaniques tels que l'épaisseur des graines, la forme générale de la gousse, la forme de l'apex de la gousse etc. La variation pour ces caractères est maintenue au niveau des descendances mesurées en pépinière dans des conditions contrôlées (De Haan, 1992).
- Une grande partie de la diversité morphologique de l'espèce est structurée au niveau interpopulation. Il est possible de conserver un maximum de diversité phénotypique en échantillonnant soigneusement un grand nombre d'individus à partir de quelques populations bien réparties à travers l'aire de distribution de l'espèce.
- Il n'a pas été possible de trouver des corrélations particulières pour la sélection lorsque tous les groupes et les variables sont confondus. Des corrélations utiles pour la sélection ont cependant été mise en évidence aux niveaux: zone, pays et peuplement.
- Les pratiques humaines influencent et modifient les niveaux et la structure de la diversité chez l'espèce: les relations entre les différents membres de la communauté sont très importantes dans les mouvements de matériel végétal.
- La diversité est recherchée et maintenue par les paysans en tant que stratégie anti-risques dans des environnements très variables et des conditions incertaines de production.

### Problèmes, priorités et perspectives

- Comblent le manque d'informations sur la diversité génétique par des études utilisant les marqueurs génétiques (Sina, 1993; Teklehaimanot, 1993).
- Etudes des flux de gènes intra-populations: fréquence relative de l'allogamie/autogamie parmi les descendances d'un individu, d'une population ou entre deux populations susceptibles d'échanger des gènes.
- Evaluation du niveau d'érosion génétique dans des populations menacées (vieillessement, manque de régénération, etc.).
- Etude de la diversité génétique selon le gradient latitudinal et altitudinal (au Cameroun et en Guinée). Examiner le rôle des différents types de pollinisateurs/-dispenseurs de graines dans la structuration génétique.
- Etude de la diversité génétique inter-spécifique.
- L'étude de la diversité génétique (phénotypique et génétique) devrait permettre d'avoir une image compréhensive de la variation à l'intérieur de l'espèce. De telles informations seront utiles pour: (i) identifier les centres de diversité pour la conservation génétique à long terme (ii) localiser des populations d'amélioration génétique particulièrement intéressantes (iii) identifier des clones et des populations qui contiennent des informations génétiques particulièrement utiles pour l'amélioration génétique et la conservation des ressources génétiques (iv) proposer des stratégies et méthodes intégrées de conservation *in situ* et *ex situ* des ressources génétiques de *P. biglobosa*.

### 6.4.3 Facteurs socio-économique et culturels

#### Progrès réalisés/résultats obtenus par la recherche

- La diversité phénotypique est reflétée dans la diversité sociale et "linguistique". La diversité "linguistique" reflète par ailleurs une connaissance et une utilisation très ancienne de l'espèce. La diversité sociale quant à elle implique des pratiques humaines variées qui ont un impact (modification) sur la structuration génétique des populations.
- Les légendes, proverbes, folklores véhiculent un savoir traditionnel sur l'espèce dont le but est de transmettre perpétuer l'importance accordée par la communauté à l'espèce mais aussi la nécessité de connaître et d'adopter les modes et pratiques de conservation et d'utilisation des ressources.
- *P. biglobosa* est un arbre social et culturel. Il occupe une place centrale dans la vie des individus dans la communauté: naissance, baptême, initiation, travail, réussite, mariage, décès, funérailles, héritage, ancêtres. Il représente un puissant symbole du cycle et de la continuité de la vie des communautés.
- La présence du Néré dans le champ-paysan est un indicateur de la stratégie paysanne de diversification de la production et des revenus, d'augmentation de la productivité et de réduction des risques d'échecs dans des environnements très variables et des conditions incertaines.
- Le Néré est une plante médicinale, revêt une importance capitale en pharmacopée. Il a été recensé plus de 40 affections soignées à partir de d'organes de feuilles, écorces, fleurs, fruits, graines et pulpe. Les produits actifs sont des aglycones flavoniques, acides gras, tannins, composés réducteurs, dérivés coumariniques,

glucosides stérosidiques, anthocyanosides et saponosides.

- Les critères de sélection traditionnels reposent sur un ensemble de caractères dont:
- utilisation (production fruitière): quantité de gousses par arbre, qualité des gousses (volume, poids, forme); qualité des graines (volume, poids, épaisseur); quantité de la pulpe (quantité, couleur, teneur en sucre); architecture (forme de la cime); périodicité de la fructification.
- adaptation: vigueur de croissance (hauteur, diamètre, nombre de branches)
- résistance: résistance aux insectes et maladies, aux cassures des branches par le vent.

Une grande partie du savoir sur la diversité et l'utilisation de l'espèce est maintenue par les femmes.

### Problèmes, priorités et perspectives

- Une meilleure connaissance des phytopratiques traditionnelles couplées avec des observations précises sur l'architecture (comportement) de l'arbre permettra de prédire la forme de la cime et de conduire par les tailles des arbres ayant une conformation adéquate dans une perspective d'utilisation en agro-foresterie.
- L'importance de l'espèce est limitée par l'absence de technologies appropriées de transformation industrielle aussi bien pour les graines que pour la pulpe.
- Des recherches supplémentaires seront nécessaires en matière de pharmacologie.
- L'adaptation de la législation forestière modernes pour prendre en compte la nécessité d'une gestion (tailles permises) des peuplements.

#### 6.4.4 Phénologie, Biologie et Ecologie de la reproduction

##### Progrès réalisés/résultats obtenus

- *P. biglobosa* perd rarement toutes ses feuilles. En général, on assiste à une perte discrète du feuillage suivi d'un renouvellement progressif. La déclenchement de la floraison et la fructification sont liées aux conditions climatiques notamment la pluviométrie ainsi que les disponibilités en eau dans le sol (dans la nappe phréatique).
- La perte des feuilles correspond à une stratégie pour économiser ses ressources et l'énergie disponible pour la floraison, puis la fructification. D'une manière générale, à l'exception de situations exceptionnelles particulières, les arbres qui conservent en majorité leurs feuilles sont improductifs, en tout cas dans l'année en cours.
- La variation phénologique latitudinale se réalise de manière graduelle, en fonction des conditions climatiques, notamment la pluviométrie, environ tous les 100 km. Potentiellement, des échanges de pollen pourraient être réalisables dans un rayon de 50 km par l'intermédiaire d'agents pollinisateurs robustes tels que les chauves-souris.
- Alors que les arbres sont au stade d'initiation florale dans le secteur sahels/soudanien (limite nord de répartition de l'espèce), la maturité des fruits intervient dans le domaine guinéen (limite sud). Il y a donc une disponibilité de ressources alimentaires notamment fruitières (*Parkia* sp., *Vitellaria* sp. au Sud).
- Les chauves-souris ne sont pas en grand nombre pendant la saison sèche dans le domaine sahélien/soudanien (au Burkina Faso) comparée à la saison pluvieuse. Il

se pourrait que les agents pollinisateurs potentiels aient migré vers le domaine guinéen à la recherche de ressources alimentaires (cf. décalage phénologique important).

- Le système de reproduction chez *P. biglobosa* est l'allogamie préférentielle et l'autogamie possible. Il existe un système d'auto-incompatibilité qui limite les possibilités d'autofécondation.
- Les abeilles jouent un rôle important dans la pollinisation. Les chauves-souris étant des pollinisateurs ne jouent cependant pas un rôle essentiel (au Burkina Faso) dans le nord-soudanien. Leur présence en faible nombre semble être compensée par les abeilles. Les autres visiteurs à savoir les colibris, guêpes, mouches, coléoptères, etc. représentent de simples visiteurs ou pollinisateurs occasionnels.

#### Problèmes, priorités et perspectives

- Mener des études détaillées pour déterminer les niveaux d'auto-incompatibilités.
- Vérifier l'hypothèse portant sur les migrations des chauves-souris du domaine sahélien vers le domaine guinéen en saison sèche.

#### 6.4.5 Stratégies d'amélioration génétique

##### Objectifs

Les objectifs d'un programme d'amélioration génétique de *P. biglobosa* sont d'accroître et d'améliorer la qualité et la quantité de la production fruitière, d'accroître la croissance son adaptation, sa tolérance aux insectes et maladies à travers l'amélioration de caractères génétiques. Ceci en vue d'augmenter la productivité des parcs/vergers artificiels de Néré et de contribuer à l'amélioration des conditions de vie et de diversification des revenus des populations rurales.

##### Critères de sélection

Compte tenu de ce qui précède, un programme d'amélioration de *P. biglobosa* pourrait se baser sur les critères de sélection suivants:

- croissance: hauteur, diamètre, nombre de branches
- quantité et qualité des fruits, pulpe et graines, périodicité de fructification
- tolérance aux insectes (nééré blanc/noir) résistance aux vents
- composition chimique (pour les constituants actifs en pharmacologie).

##### Méthodes de sélection

Il convient de traiter *P. biglobosa* comme un arbre fruitier:

- sélection massale des arbres plus, de bon état sanitaire, avec une bonne croissance et de bonne qualité fruitier.
- récolte de matériel végétatif pour le greffage et le bouturage
- établissement de vergers de greffes/boutures
- sélection d'arbres supérieurs et amélioration = tester la résistance aux insectes/maladies, vents
- essais de descendance
- sortie vers le développement.



Etant donné qu'une grande partie de la diversité phénotypique est rassemblée au niveau intrapopulation, la sélection massale est orientée principalement vers l'identification d'arbres supérieurs, en privilégiant un certain nombre de caractères phénotypiques, reconnus comme étant généralement fixés génétiquement tels que caractères de reproduction: caractères d'inflorescences, gousses, graines, pigmentation etc.

Les grands essais de provenances devraient être plus limités et les efforts devraient privilégier, la sélection d'arbres "plus" avec l'établissement de vergers utilisant la multiplication végétative notamment le greffage et dans une certaine mesure le bouturage.

Par ailleurs, il est important de suivre et d'évaluer l'importante collection de provenances existante au Burkina Faso. Des essais complémentaires seront encore nécessaires au Nigéria. Un intérêt particulier devrait être portée sur l'évaluation des populations dans chaque pays. L'étude des caractères de variation morphologiques et génétiques devrait permettre de guider le choix des provenances dans chaque pays. De ce point de vue les différenciations intra-pays définis au chapitre 3.5 pourront être utiles pour orienter ou affiner le choix des provenances.

Le choix des stations d'essais être fait de manière à couvrir les principales zones écologiques où l'espèce se développe. Le nombre de stations devrait être au minimum de deux afin de tester la stabilité des caractères mesurés.

Au Burkina Faso, deux stations représentatives des conditions écologiques peuvent être considérées à savoir; nord soudanien et sud soudanien. L'Est du pays offre par ailleurs une autre variante.

Etant donné la nécessité de coordonner la sélection des provenances au niveau régional, il est utile de choisir les stations d'essais de manière à couvrir les principales zones écologiques et en tenant compte des intérêts et possibilités de suivi existantes dans les pays concernés.

Le choix des dispositifs expérimentaux, devra tenir compte des spécificités du milieu soudanien et des spécificités de l'espèce (à usages multiples, fort écartement en plantation, nécessité et reconstitution du champ-paysan autant que possible). Les dispositifs suivants ont été conseillés:

- zone soudanienne: blocs complets randomisés à neuf traitements bloc maximum
- zone nord soudanienne: bloc complet randomisés à six traitements bloc maximum ou des blocs entièrement randomisés (moins fragiles).

#### 6.4.6 Conservation et utilisation des ressources génétiques

*P. biglobosa* étant une espèce maintenue et conservée dans les champs, sa conservation *in situ* semble à priori assurée. Cependant, les fortes pressions exercées sur les peuplements, l'insuffisance de la régénération surtout dans la partie méridionale de l'aire ainsi que la régression des conditions climatiques constituent des menaces sur l'intégrité du pool génétique de l'espèce. De plus les facteurs sociaux affectent la structure des peuplements et de la diversité existante chez l'espèce. Il est donc important d'identifier les facteurs qui contribuent à la dynamique de la diversité (nature, répartition, flux de gène, processus de sélection, préférence des utilisateurs). Par exemple, les mouvements de matériel végétal d'un paysan à un autre limite les risques de pertes et constitue une garantie qu'un génotype donné soit conservé dans

le terroir du village. Des stratégies intégrées de conservation *in situ* et *ex situ*, en tant que méthodes complémentaires de conservation sont nécessaires. Les méthodologies d'échantillonnage dépendent de la nature et de la structure de la diversité infraspécifique et ont été discutées au chapitre 3. De même, les facteurs socio-économiques et culturels qui déterminent la mise en place et la conservation des systèmes de parcs traditionnels méritent d'être étudiés de manière plus détaillée en élucidant des critères de sélection traditionnels particulièrement utiles pour l'amélioration, la conservation et l'utilisation des ressources génétiques.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ACCT, 1986. Contribution aux études ethnobotaniques au Togo, 671 p.
- ACCT, 1989. Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République Populaire du Bénin, 895 p.
- ACCT, 1988. Médecine traditionnelle et pharmacopée. Bulletin de liaison n° 2, 243 p.
- Adjanohoun, E.Y. & L. Aké Assi, 1979. Contribution au recensement des plantes médicinales de Côte d'Ivoire. Ministère de la Recherche Scientifique, Centre National de Floristique, Abidjan, 358 p.
- Adjanohoun, E.Y., 1989. La voie des enquêtes ethnobotaniques pour les pharmacopées africaines. Bulletin Med. Trad. Pharm. 3: 45-51.
- Aké Assi, L. & S. Guinko, 1991. Plantes utilisées dans la médecine traditionnelle en Afrique de l'Ouest. Ed. Roche, 151 p.
- Aké Assi, L., 1991. La diversité génétique des espèces végétales sous-exploitées d'Afrique. Proceedings of an International Conference on Crop Genetic Resources of Africa, 26-30 septembre 1988, Nairobi, IBPGR/UNEP/IITA/CNR, 53 p.
- Alio, K., 1991. Noms et usages des plantes dans les pays Bidigo, Ve Colloque du Réseau Mega-Tchad. Paris, 18-20 sept. 1991, CNRS-ORSTOM, 20 p.
- Aubréville, A., 1950. Flore forestière soudano-guinéenne; A.O.F. Cameroun, A.E.F. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent sur Marne, 532 p.
- Aubréville, A., 1959. La flore forestière de la Côte d'Ivoire 2me ed. 1: 236-240. Centre Technique Forestier Tropical, publ.no. 15, Nogent-sur-Marne.
- Aubréville, A., 1970. Légumineuses - Césalpinoïdées. Flore du Cameroun 9, 339.
- Ayensu, A.E.S., 1974. Plant and bat interactions in West Africa. Ann. Missouri Bot. Garden 61(3): 702-727.
- Bahuchet, S., 1991. L'homme et le milieu végétal dans le bassin du lac Tchad. Ve Colloque du Réseau Mega-Tchad, Paris, 18-20 septembre 1991, CNRS/ORSTOM, 11 p.
- Baker, H.G. & B.J. Harris, 1959. Pollination of flowers by bats in Ghana. Nigerian field 24(4): 151-159.
- Baker, H.G. & B.J. Harris, 1957. The pollination of *Parkia* by bats and its attendant evolutionary problems. Evolution 11: 449-460.
- Baker, H.G., 1973. Evolutionary relationships between flowering plants and animals in American and African tropical forests. Dans: B.J. Meggers, E.S. Ayensu & W.D. Duckworth, eds. Trop. forest Ecosystems in Africa & South America: A comparative review: 145-159. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Baker, H.G., 1978. Plants and civilization. Belmont: Wadsworth, 3rd ed., 198 p.
- Barretau, D., D. Seignobos & H. Tourneux, 1991. Base de données sur les noms des plantes dans le bassin du lac Tchad. Rapport préliminaire, Ve colloque International du Réseau Mega-Tchad, Paris, 18-20 sept. 1991, CNRS/ORSTOM, 20 p.
- Barth, F.G., 1985. Insects and Flowers: the biology of a partnership. London: Allen & Unwin, 297 p.
- Basilevskaya, S., 1977. Plantes médicinales de Guinée Conakry, République de Guinée, 270 p.

- Bawa, K.S., 1985. Patterns of flowering in tropical plants. Dans: C.E. Jones and R.J. Little, eds. Handbook of Experimental Pollination Biology: 394-410. Van Nostrand and Reinhold Co., New York.
- Bawa, K.S., P.S. Ashton, R.B. Primack *et al.*, 1989. Phenology. Dans: Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants - Biology International, Special Issue, p. 11-20.
- Bawa, K.S. & M. Hadley, 1990. Reproductive ecology of tropical forest plants. Man and the biosphere series 7, Paris, UNESCO.
- Bawa, K.S., 1993. Effect of deforestation and forest fragmentation on genetic diversity of tropical forest trees. Proc. Int. Meeting on genetic resources conservation and seed production, Chiang Mai, Thailand, Asean Canada Forest Tree Seed Centre, Muak Lek, Saraburi.
- Beek, W.E.A. van, 1991. Ethnobotanie chez les Kapsiki, Ve Colloque du Réseau Mega-Tchad, Paris, 18-20 septembre 1991, CNRS/ORSTOM, 20 p.
- Bergeret, A. & J.C. Ribot, 1990. L'arbre nourricier en pays Sahélien. Ministère de la Coopération et du Développement. Ed. de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 237 p.
- Berhaut, J., 1975. Flore illustrée du Sénégal 4: 560-563. Ed. Clairafrique, Dakar.
- Bie, S. de, 1991. Wildlife resources of the West African Savanna. Thèse Wageningen, Wageningen Agricultural University Papers 91-2, 266 p.
- Binnekamp, A., 1992. Analyse architecturale de *Parkia biglobosa* (Jacq.). R. Br. ex G. Don au Burkina Faso. Etudes d'Ingénieur, Wageningen Agric. Univ., 92-41, 33 p.
- Blazek, V., 1979. Chadic tree and plant names inherited from the Afroasiatic, Ve Colloque Mega-Tchad, Paris, 18-20 septembre 1991, CNRS/ORSTOM, 27 p.
- Bokemo, W., 1984. Recherches ethnopharmacologiques sur quelques plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelle à Kisangani (Haut-Zaïre). Thèse Doct. en Sciences, Labo. de Bot. Syst. et Phytosocio. Univ. Libre Bruxelles, 1984, 306 p.
- Bonkougou, E.G., 1987. Monographie du Néré, *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth., espèce agroforestière à usages multiple. Institut de Recherche en Biologie et Ecologie Tropicale, Ouagadougou, Burkina Faso, 42 p.
- Borchert, R., 1983. Phenology and control of flowering intertropical trees. Biotropica 15(2): 81-89.
- Bouquet, A. & J. Kherharo, 1950. Plantes médicinales et toxiques de Côte d'Ivoire - Haute-Volta, Min. Franç. d'Outre-Mer, ORSTOM, Vigot-Frères, Paris, 296 p.
- Bouquet, A. & M. Debray, 1974. Plantes médicinales de la Côte d'Ivoire. Travaux et Documents ORSTOM 32. Paris, 231 p.
- Brown, A.H.D., 1978. Isozymes, Plant Population Genetic Structure and Genetic Conservation. Theor. Appl. Genet. 52, 145-157.
- Brown, A.H.D. & G.F. Moran, 1979. Isozymes and the Genetic Resources of Forest Trees. Dans: Proceedings of Symposium on Isozymes of North American Forest Trees and Forest Insects. July 27, 1979, Berkeley, California. M.T. Conkle (ed.). USDA, Forest Service, General Technical Report PSW-48, p. 1-10.
- Brown, A.H.D., O.H. Frankel & D.R. Marshall, 1989. The use of plant genetic resour-

- ces. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 382 p.
- Brown, A.H.D., 1990. The Role of Isozyme Studies in Molecular Systematics. *Aust. Syst. Bot.* 3: 39-46.
- Brown, A.H.D., M.T. Clegg, A.L. Kahler & B.J. Weiss, 1990. Plant population genetics breeding and genetic resources. Sunderland, Mass., USA: Sinauer Ass. Inc.
- Budowski, G., 1965. Forest species in successional process. *Turrialba* 15(1): 40-42.
- Buitelaar, M., 1992. Reproductive biology of *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. ex G. Don. Rapport de stage, Wageningen Agricultural University, Dept. of Plant Taxonomy.
- Buitelaar, M., 1994. Genetic diversity of *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. ex. G. Don according to isozymic polymorphism. W.A.U., Dept. of Plant Taxonomy, 35 p.
- Campbell-Platt, G., 1980. African locust bean (*Parkia* species) and its west African fermented food product, dawadawa. *Ecol. of Food and Nutrition* 9: 123-132.
- CTFT, 1979. Fiche monographique. *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth., 4 p.
- Cereghette, R., 1955. Cultures vivrières - Plantes vivrières. Nouvelle Encyclopédie Agricole, Paris. Conférence Internationale sur l'Alimentation et la Nutrition en Afrique Tropicale, Cameroun 3-9 octobre 1949.
- CESUP-CVRS, 1971. Quelques arbres utiles de Haute-Volta-Ouagadougou, Burkina Faso.
- Chaumie, J., 1984. La gestion de l'environnement dans les pays sahéliens. Dans: Bergeret, A. & J.C. Ribot, 1990. L'arbre nourricier en pays Sahélien. Ministère de la Coopération et du Développement. Eds. de la Maison des Sciences de l'Homme Paris, 237 p.
- Colombel, V. de, 1991. Ce que nous apprend la comparaison des noms de 600 plantes relevées en dix langues tchadiennes du Nord-Cameroun. Ve Colloque Mega-Tchad, Paris, 18-20 septembre 1991, CNRS/ORSTOM.
- Dalziel, J.M., 1937. The useful plants of West Tropical Africa. Appendix to the Flora of West Tropical Africa. London, Crown Agents: 217-220.
- Depommier, D. & E. Fernandes, 1985. Aspects des parcs à Karités-Nérés (*Butyrospermum parkii*, *Parkia biglobosa*) dans la région de l'Ouhan (Rép. Centrafricaine), ICRAF, Rap. prov., 28 p.
- Djagba, T. & A.S. Ouédraogo, 1991. Contribution à l'étude ethnobotanique de *Parkia biglobosa* au Togo, Document de travail, CNSF, 10 p.
- Dokters van Leeuwen, W.M., 1938. Observations about the biology of tropical flowers. *Ann. Jard. Bot. Buitenzorg* 48: 27-68.
- Dury, S., 1991. Approche ethnobotanique des *Ficus* au nord du Cameroun, Ve Colloque Mega-Tchad, Paris, 18-20 septembre 1991, CNRS/ORSTOM, 15 p.
- Edelin, C., 1977. Images de l'Architecture des conifères. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Université Sc. Tech. du Languedoc, Montpellier, 255 p.
- Edelin, C., 1991. Nouvelles données sur l'architecture des arbres sympodiaux. Dans: Edelin C., ed. L'arbre, Biologie et Développement.
- Fabémi, T., 1990. Agroforestry potentials of *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. ex G. Don in the Savanna zone of Nigeria, University of Ilorin, Nigeria, 6 p.
- Faegri, K. & L. van der Pijl, 1979. The principles of pollination ecology. 3rd rev. ed., Pergamon, Oxford, 244 p.
- FAO, 1990. Méthodes et stratégies d'amélioration génétique des espèces ligneuses en

- zone Soudain-Sahélienne. Programme de Semences Forestières. CILSS-FAO-IUFRO. Guide technique, 55 p.
- Fernandez de la Pradilla, C., 1981. Des plantes qui nous ont guéris. Ouagadougou, 208 p.
- Fernandez de la Pradilla, C., 1982. Plantes médicinales contre les hépatites. Ouagadougou, 62 p.
- Feuer, S., C.J. Niezgodna & L.I. Nelving, 1985. Ultrastructure of *Parkia* polyads (Mimosoideae). Amer. J. Bot, 72 (12): 1871-1890.
- Fourastié, R.F., 1983. Pour un essai de définition des médecines de tradition en Afrique de l'Ouest.
- Frankie, G.W., H.G. Baker & P.A. Opler, 1974. Tropical Plant Phenology: Applications for study in community ecology. Dans: Lieth, H., ed. Phenology and seasonality modeling. Springer-Verlag, Berlin: 85-296.
- Garba, A., 1991. Useful plants in the Chad Region of North-East Nigeria, Ve Colloque Mega-Tchad, Paris, 18-20 septembre 1991, CNRS/ORSTOM, 10 p.
- Garine, I. de, 1991. Sur quelques plantes rituelles des populations des plaines du Nord Caméroun et du Tchad (Massa, Musey, Tupuri et Kéra) Ve Colloque Mega-Tchad, Paris, 18-20 septembre 1991, CNRS/ORSTOM.
- Gounot, M., 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Paris, 341 p.
- Grouzis, M. & M. Sicot, 1980. Une méthode d'étude phénologique de populations d'espèces ligneuses sahéliennes. Influence de quelques facteurs écologiques, A.C.C. Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan (Haute Volta) DGRST-ORSTOM, 11 p.
- Grünmeier, 1990. Pollination by bats and non-flying mammals of the African tree *Parkia bicolor* (Mimosaceae). Mem. New York Bot. Garden 55:83-104.
- Guinet, Ph., 1968. Palynologie africaine VIII. Bull. IFAN t. 30, sér. A., 3: 838-880.
- Guinet, Ph. & I.K. Fergusson, 1989. Structure, evolution and biology of pollen in Leguminosae. Dans: Stirton, C.H. & J.L. Zarucchi, eds. Advances in Legume Biology, Monographs in Systematic Botany, Missouri Bot. Garden 29: 77-103.
- Guinet, Ph., 1981a. Comparative account of pollen characters in the Leguminosae. Dans: Polhill, R.M. & P.H. Raven, eds. Advances in legume systematics. Part 2: 835-858.
- Guinko, S., 1984. Végétation de la Haute-Volta. Université de Bordeaux III, Thèse doctorat, Tome 1., 394 p.
- Guinko, S. et al., 1987. Etudes des plantes mellifères dans l'Ouest du Burkina Faso. Provinces du Houet, de la Comoé et du KénéDougou. Rapport FAO, Ouagadougou.
- Guinko, S., 1985. La végétation et la flore du Burkina Faso, Doc. ronéo - Ministère de l'Environnement et du Tourisme, Ouagadougou, Burkina Faso.
- Guinko, S., 1990. Choix de quelques espèces ligneuses spontanées pour les programmes d'amélioration génétique et de reforestation. Doc. n° 0001/MET/SG/CNSF/T/90 du CNSF, Ouagadougou.
- Guinko, S. & L.J. Pasgo, 1991. Récolte et commercialisation des produits non-ligneux des essences forestières locales dans le département de Zitenga, au Burkina Faso. Unasylva 168(43): 16-19.
- Guinko, S., 1984. Végétation de la Haute-Volta. Université de Bordeaux III, Thèse

doctorat.

- Haan, P. de, 1993. Morphological variation of *Parkia biglobosa* in Burkina Faso. Rapport de stage à CNSF. Stageverslag I.A.H. Larenstein, 30 p.
- Hagos, J.H., 1962. A revision of the genus *Parkia* R.Br. (Mim.) in Africa. Acta Bot. Neerl. 11: 231-265.
- Hallé, F., 1986. Deux stratégies pour l'arborescence: gigantisme et répétition. Dans: L'arbre, Biologie et Développement. Naturalia Monspeliensa no. h.s.: 159-170.
- Hallé, F., R.A.A. Oldeman & P.D. Tomlinson, 1978. Tropical trees and forests. An architectural analysis. Springer Verlag. New York, Heidelberg, Berlin, 441 p.
- Hallé, F. & R.A.A. Oldeman, 1970. Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux. Masson, Paris, 178 p.
- Hamrick, J.L. & M.D. Loveless, 1986. Isozyme Variation in Tropical Trees: Procedures and Preliminary Results. Biotropica 18(3): 201-207.
- Hamrick, J.L. & M.J.W. Godt, 1989. Allozyme diversity in plant species. Dans: Brown, A.H.D., M.T. Clegg, A.L. Kahler & B.S. Weir, eds. Plant population genetics, breeding and genetic resources: 43-63. Sinauer, Sunderland, Mass.
- Hamrick, J.L., 1994. Genetic Diversity and Conservation in Tropical Forests. Dans: Proceedings of International Symposium on Genetic Conservation and Production of Tropical Forest Tree Seed: 1-9. ASEAN Canada, Forest Tree Seed Centre Project.
- Hamrick, J.L., M.J.W. Godt, D.A. Murawski, & M.D. Loveless, 1991. Correlations between species traits and allozyme diversity: Implications for Conservation Biology. Dans: Falk, D.A. & K.E. Holsinger, eds. Genetics and Conservation of Rare Plants. Centre for Plant Conservation, Oxford University Press.
- Harris, B.J. & H.G. Baker, 1959. Pollination of flowers by bats in Ghana. Nigerian Field 24(4): 151-159.
- Hopkins, H.C., 1981. Taxonomy and Reproductive Biology of, and Evolution in the Bat-Pollinated genus *Parkia* - Abstract in D. Phil. thesis, St. Hilda's College, Oxford.
- Hopkins, H.C., 1983. The taxonomy, reproductive biology and economic potential of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae) in Africa and Madagascar. Bot. J. Linn. Soc. 87: 135-167.
- Hopkins, H.C. & F. White, 1984. The ecology and chorology of *Parkia* in Africa. Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. 54: 235-266.
- Hopkins, H.C., 1986. *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). Fl. Neotrop. monograph 43: 1-124.
- Jungrathmayr, H., 1991. Les arbres et leurs désignations dans les langues tchadiennes. Ve Colloque Mega-Tchad, Paris, 18-20 septembre 1991, CNRS/ORSTOM.
- Kabangou, K., 1988. La médecine traditionnelle africaine. CRP, Kinshasha, 105 p.
- Kambou, S., 1992. *Anogeissus leiocarpus*. Proposition de recherche CNSF, Document de travail, 15 p.
- Kater, L.J.M., S. Kanté & A. Budelman, 1991. Karité (*Vitellaria paradoxa*) and Néré (*Parkia biglobosa*) associated to crops in South Mali. Agroforestry Systems (sous presse).
- Keay, R.W.J., 1958. *Parkia*. Dans: Flora of West Tropical Africa, 2nd ed. 1: 487. Crown Agents, London.

- Keay, R.W.J., 1959. An outline of Nigerian vegetation, 3rd ed. Fed. Govern. Printer, Lagos.
- Keay, R.W.J., 1989. Trees of Nigeria. Clarendon Press, Oxford: 249-252.
- Keay, R.W.J., C.F.A. Onochie & D.P. Standfield, 1964. Nigerian trees 1: 108-110. Fed. Department of Forest Research, Ibadan: 108-109.
- Kenrick, J. & R.B. Knox, 1989. Pollen-pistil Interactions in Leguminosae (Mimosoideae). Dans: Stirton C.N. & J.L. Zarucchi, eds. Advances in Legume Biology. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 29: 127-156.
- Kessler, J.J., 1992. The influence of Karité (*Vitellaria paradoxa*) and Néré (*Parkia biglobosa*) trees on Sorghum production in Burkina Faso. Agroforestry Systems 17: 97-118.
- Kessler, J.J. & J. Boni, 1991. L'agroforesterie au Burkina Faso, Tropical Resource Management Papers, n° 1, 144 p.
- Kherharo, J. & J.G. Adam, 1974. La pharmacopée sénégalaise traditionnelle. Plantes médicinales et toxiques. Paris, Vigot-Frères, 1011 p.
- Kington, J., 1974. East African Mammals, an atlas of evolution in Africa 2, Part A. Academic Press, London.
- Kock, D., 1972. Fruit-bats and bat-flowers. Bull. E. African Nat. Hist. Soc. 7(7): 123-126.
- Ladinzsky, G., 1985. Founder effect in crop-plant evolution. Econ. Bot. 39: 191-199.
- Ladipo, D.O., M.O. Soladoye & P. Kapoor, 1990. Conservation of the genetic resources of *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth.: A multipurpose forest tree species in Nigeria, paper presented at the international symposium on the Conservation of Biodiversity, ITTA Ibadan, 2-5 September 1990.
- Lawson, G. W., 1966. Plant life in West Africa. London, Oxford University Press, 150 p.
- LeFloch'n, E., 1969. Caractérisation morphologique des stades et des phénologiques dans les communautés végétales CEPE/CNRS, Doc. 45, 136 p.
- Lejoly, J., 1988. Liste de 1124 espèces médicinales utilisées dans 11 pays avec indication de la maladie soignée et du nombre de recettes par pays. Projet pharmacopée. ACCT. Labo. Bot. Syst. et Phytosoc., Univ. Libre Bruxelles, 122 p.
- Lemonnier, D. & Y. Ingenbleck, 1989. Les carences nutritionnelles dans les pays en voie de développement. ACCT communication présentée aux 3e Journées scientifiques internationales du GERM, Nianing (Sénégal) 4-9 octobre 1979, 613 p.
- Lengkeek, A.G., 1992. A systematical analysis of *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. ex G. Don in West-Africa. Dept. of Plant Taxonomy, Agricultural University Wageningen, 41 p.
- Loveless, M.D. & J.L. Hamrick, 1984. Distribución de la variación genética en especies arbóreas tropicales. Revista de biología tropical 35: 165-176.
- MacCullagh, P. & J.A. Nelder, 1990. Generalized linear models. Monographs on statistics and applied probability 37, London, Chapman and Hall, 511 p.
- Maesen, L.J.G. van der & A.S. Ouédraogo, 1991. *Parkia*, a multipurpose tree of agroforestry in West Africa. Abstract, XIII AETFAT Congress - 2-11 April 1991 Zomba - Malawi: 79.



- Maïga, A.A., 1988. Contribution à la prospection et à la sélection des peuplements naturels de *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. au Burkina Faso. Mémoire de fin d'études, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 85 p.
- Maïga, A.A., 1987. L'arbre dans les systèmes agroforestiers traditionnels dans la province de Bazega, CNRST/IRBET, Ouagadougou, 84 p.
- Maydell, H.J. von, 1983. Arbres et arbustes du Sahel, leur caractéristiques et leurs utilisations. Office Allemand de Coopération Technique (GTZ), Eschborn, RFA: 312-315, 502. Millar, C.I. & R.D. Westfall, 1992. Allozyme markers in forest genetic conservation. *New Forests* 6: 347-371. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Millogo-Rasolodimby, J., 1989. Importance apicole du karité, *Butyrospermum paradoxum* (Gaertn.) Hepper et du néré, *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. *Rev. Franç. d'apiculture* 482, Paris.
- Montreuil, J. & G. Spik, 1969. Microdosages des glucides. I. Méthodes colorimétriques de dosages des glucides totaux. Monographie, Laboratoire de Chimie-Biologie, Faculté de Lille.
- NAG, 1990. Genstat 5, Release 2. Reference manual supplement, Genstat 5. Committee of the Statistics Department, Rothamsted Experimental Station, 131 p.
- Nikiéma, A., 1994. Régénération of *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. ex G. Don in an agroforestry system: a pilot study in Burkina Faso. Msc. Thesis, Wageningen Agricultural University, Department of Forestry, 42 p.
- Okpala, J.O., 1989. Nigerian tree crops. *Parkia* in the economy of the savannah rural population. *Savanna* 10(2): 92-96.
- Oldeman, R.A.A., 1986-1987. Forest ecology for silvicultural design. Reader, Agricultural University Wageningen. 3, III, 640 p.
- Oldeman, R.A.A., 1989. Biological implications of leguminous tree architecture. Dans: H.C. et Zarucchi J.L., eds. *Advances in legume biology. Monographs of systematic Botany of the Missouri Bot. Garden* 29, St. Louis (USA): 17-34.
- Oldeman, R.A.A., 1990. *Elements of Sylvology*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, 624 p.
- ORSTOM, 1963. Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique, Paris (s.n.), 3 tomes, mémoires ORSTOM n° 63 (Michel P.).
- Ouattara, S., 1989. Quand la moutarde traditionnelle se rebiffe. *Famille et Développement* n° 52, Avril 1989: 21-28.
- Ouédraogo, A.S. et al., 1984. A specialized technical institutions for forest seed in Sahelian and Soudanian zones: the "Centre National de Semences Forestières" Burkina Faso, FAO, Forest Genetic Resources Information, n° 14: 10-14.
- Ouédraogo, A.S., 1988. Contribution à l'étude biosystématique et à l'amélioration génétique de *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. (Leguminosae-Mimosoideae) en Afrique de l'Ouest. Proposition de recherche Ph.D., Université l'Agronomique de Wageningen/Université de Ouagadougou, 14 p.
- Ouédraogo, A.S., 1988a. Essais comparatifs de provenances de *Parkia biglobosa* à Gonsé, Burkina Faso. CNSF - Document de travail n° 2/88/AG, 10 p.
- Ouédraogo, A.S. & H. Verweij, 1988a. Stratégies d'amélioration génétique; communication présentée au séminaire Régional CILSS sur les semences forestières, Ouagadougou, 11-16 janvier 1988. Document technique SRSF/SEC-CILSS/00-

1/88: 73-87.

- Ouédraogo, A.S. & H. Verweij, 1988b. La signification de la diversité génétique; communication présentée au séminaire Régionale CILSS sur les semences forestières, Ouagadougou, 11-16 janvier 1988. Document technique SRSF/SEC-CILSS/001/88: 73-87.
- Ouédraogo, A.S. & G.W. Tolkamp, 1993. Les possibilités de greffage de *Parkia biglobosa*, Bois et Forêts des Tropiques (sous presse.)
- Ouédraogo, M.S., 1987. Contribution à l'étude de la valeur nutritive de la poudre jaune de Néré et du Soumbala. Service de Nutrition, Ministère de la Santé, Burkina Faso, 5 p.
- Ouédraogo, A.S. & J. Boussim, 1991. Enquête ethnobotanique de *Parkia biglobosa* en pays Bissa. Dept. de Zabré - Prov. Boulgou, Burkina Faso. Document de travail, CNSF, 7 p.
- Ouédraogo, A.S. & B. Yao, 1991 a. Enquête ethnobotanique de *Parkia biglobosa* dans la province de la Sissili, Burkina Faso, CNSF, 9 p.
- Ouédraogo, A.S. & B. Yao, 1991 b. Enquête ethnobotanique de *Parkia biglobosa* dans la province du Nahouri, Burkina Faso. CNSF, 6 p.
- Ouédraogo, A.S. & B. Soulama, 1991 b. Enquête ethnobotanique de *Parkia biglobosa* dans la province du Kéné Dougou, Burkina Faso. CNSF, 8 p.
- Ouédraogo, A.S. & Y. Ouédraogo, 1991. Enquête ethnobotanique de *Parkia biglobosa* sur le plateau central, Burkina Faso, Prov. Ganzourgou-Kouritenga-Sanmatenga-Passoré. CNSF, 8 p.
- Ouédraogo, A.S. & T. Djagba, 1991. Enquête ethnobotanique de *Parkia biglobosa* dans le Nord-Togo. CNSF, 10 p.
- Ouédraogo, A.S. & O.T. Dibloni, 1991. Enquête ethnobotanique de *Parkia biglobosa* dans la province du Poni, Burkina Faso. Document de travail, CNSF, 8 p.
- Ouédraogo, A.S. & A.A. Maïga, 1990. Enquête ethnobotanique de *Parkia biglobosa* à Bouria, Prov. du Passoré, Burkina Faso. Document de travail, CNSF, 3 p.
- Ouédraogo, A.S. & M. Ouédraogo, 1984. Les semis directs, méthode de régénération artificielle de quelques espèces au Burkina Faso. CNSF, 20 p.
- Ouédraogo, A.S. & B. Soulama, 1991 a. Enquête ethnobotanique de *Parkia biglobosa* dans les provinces du Houet et de la Comoé, Burkina Faso. Document de travail, CNSF, 8 p.
- Ouédraogo, A.S. & M. Ouédraogo, 1991. Enquête ethnobotanique de *Parkia biglobosa* dans la province du Gourma, Burkina Faso. Document de travail, CNSF, 8 p.
- Pesson, P. & J. Louveaux, 1984. Pollinisation et productions végétales. Ouvrage collectif. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Paris, 663 p.
- Peyre de Fabrègue, 1979. Lexique des plantes du Niger, IEMVT/INRAN, 2e éd., 50 p.
- Pickersgill, B., 1984. Evolution of hierarchical variation pattern under domestication and their taxonomic treatment. Dans: Styles, B.T., ed. Intraspecific classification of wild and cultivated plants. Clarendon, Oxford, UK: 191-209.
- Pijl, L. van der, 1956. Classification of the leguminous fruits according to their ecological and morphological properties. Proc. Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen (c) 59: 301-313.

- Polunin, O., 1967. Elements de géographie botanique. Gauthier-Villars, Paris, 532 p.
- Poupon, H., 1979/1980. Etude de la phénologie de la strate ligneuse à Fété-Olé (Sénégal septentrional) de 1971 à 1977. Bulletin IFAN-DAKAR, Tome 41, Série A, No.1.
- Richards, A.J., 1986. Plant Breeding Systems. George Allen & Unwin, London, 529 p.
- Rosevaer, D.R., 1965. The bats of West Africa. British Museum (Nat. Hist.), London.
- SAFS, 1991. Formal representation and use of indigenous ecological knowledge about agroforestry. Project report, School of Agric. and For. Sc., Univ. Wales, Bangor and Inst. of Ecol. Resour. Univ. of Edinburgh, Thesis n° AV 001, 111 p.
- Sauer, R.H., 1975. The relationship of cumulative sum and moving average of temperature to reproductive phenology in *Clarkia*. Amer. Midland Naturalist 95: 144-158.
- Satabié, B., 1989. Biosystématique et vicariance dans la flore Camerounaise: cas de quelques espèces arborescentes, écophylétiques. Thèse Doct. et Sci. Nat., Université de Yaoundé, 299 p.
- Satabié, B., 1994. Etude botanique de quelques espèces arborescentes écophylétiques de la flore Camerounaise. Dans: Seyani, J.H. & C.H. Chikuni, eds. Comptes rendus de la treizième reunion, Session Plénière de l'AETFAT, Zomba, Malawi, 2-11 Avril 1991: 1365-141 (1370-1375).
- Schell, R., 1970. Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux 1. Gauthiers-Villars, Paris, 499 p.
- Schell, R., 1971. Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux 2. Gauthiers-Villars, Paris, 452 p.
- Schrire, B.D., 1989. A multidisciplinary approach to pollination biology in Leguminosae. Dans: Stirton, C.H. & J.L. Zarucchi, eds. Advances in Legume biology. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Bot. Garden 29: 183-242.
- Seignobos, C., 1982. Végétation anthropique dans la zone soudano-sahélienne. La problématique des parcs. Rev. de géographie du Cameroun 3(1): 22 p.
- Seignobos, C., 1991. La problématique des parcs arborés Ve Colloque du Réseau Mega-Tchad, Paris, 18-20 septembre 1991, CNRS/ORSTOM.
- Sina, S., 1990. Phénologie; Méthodes d'études. Rapport d'accueil au Laboratoire d'écologie ORSTOM Dakar. CNSF, Ouagadougou, Burkina Faso, 11 p.
- Sina, S., 1992. Contribution à l'étude de la variabilité génétique de populations naturelles d'*Acacia albida* Del. A. Chev. du Burkina Faso, apport du polymorphisme isoenzymatique. U.F.R., Sciences et techniques biologiques, Université de Nancy, 42 p.
- Sina, S., 1993. Etude de la diversité génétique de *Parkia biglobosa*. Approche par électrophorèse isoenzymatique. Projet de thèse, Agricultural University, Wageningen, 4 p.
- Sina, S., 1994. Genetic diversity and reproductive biology of *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. Ph.D. activity report (January-June 1994). Agricultural University Wageningen, Dept. of Plant Taxonomy.
- Smeenk, A.F., 1991. L'arbre et le rôle de ses produits alimentaires au marché et aux ménages, Département de Foresterie, Université Agronomique Wageningen, Pays-Bas, 79 p.
- Sollart, K., 1986. Traditional tree management and conservation methods in the Sa-

- hel. Bos-document 4. Dept. of Forest Management, Agricultural University Wageningen, 45 p.
- Sowunmi, M.A., 1974. Pollen grains of Nigerian plants. I. Woody species. *Grana* 13 (3): 145-186.
- Teklehaimanot, Z., 1991. Germplasm Conservation and Improvement of *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. for multipurpose use. Proposal for program of life science and technology for developing countries, STD 3/CEE, 10 p.
- Teklehaimanot, Z., 1993. Germplasm Conservation and Improvement of *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. for multipurpose use. Proceedings of the 1st International Meeting, Ouagadougou, Burkina Faso, 22-27 March 1993, 29 p.
- Terrible, M., 1975. Essai d'évaluation de la végétation ligneuse. Dans: Atlas de Haute-Volta, CVRS Ouagadougou, 69 p.
- Tiquet, P.B., 1985. Les arbres de la brousse au Burkina Faso. Imprimerie de la Savane, Bobo-Dioulasso.
- Tybirk, K., 1992. Pollination, breeding system and seed abortion in some African acacias. *Bot. Journal Linn. Soc.* (1983), 112: 107-137.
- Torquebiau, E., 1979. The reiteration of the architectural model: a demographic approach of the tree. DEA, Univ. Sc. Tech. du Languedoc, Montpellier, 51 p.
- Waters-Bayer, A., 1988. Soybean daddawa: an innovation by Nigerian Women, *ILEIA Newsletter* 4(3): 8-9.
- White, F., 1983. The vegetation of Africa. Unesco Paris, 356 p. & cartes.
- Wiersum, K.F., 1985. Trees in agricultural and livestock development. *Neth. Journ. of Agric. Science* 33: 105-114.
- Williams, I.H., A.P. Martin, A.W. Fergusson & S.T. Clark, 1990. Effect of pollination on flower, pod and seed production in white Lupin (*Lupinus albus*). *Journal of Agric. Sciences, Cambridge* 115: 67-73.
- Yaméogo, U., 1986. Etude comparée et amélioration de l'aptitude de diverses espèces arbustives et forestières au bouturage. Mem. d'Ingénieur des techniques de développement rural. Université de Ouagadougou, 77 p.
- Zida, D., 1990. Utilisations et commercialisations des produits ligneux et non ligneux des essences forestières locales dans le département de Yako, Province du Passoré, Mémoire de fin d'Etudes. IDR/ISN, Université de Ouagadougou, 118 p.

## REMERCIEMENTS

La réalisation de ce travail a été rendu possible grâce à la contribution déterminante de plusieurs institutions et personnes pour lesquels je tiens à adresser mes vifs et sincères remerciements - leurs efforts sont le témoignage réel de l'amitié, la sympathie, la consécration et la coopération manifestée à travers cette recherche. Ces remerciements sont regroupés et organisés de la manière suivante:

### • Promoteurs, superviseurs, conseillers

Prof. Dr. Ir. L.J.G. van der Maesen, mon promoteur, pour son attention sans cesse renouvelés, son encadrement scientifique très efficace, sa motivation, son intérêt marqué pour les recherches en Afrique, les nombreuses journées et heures passées dans les différents pays et les villages - le crédit des photographies revient au prof. van der Maesen.

Prof. Dr. S. Guinko, mon promoteur pour sa vision de formateur et d'encadreur. M'ayant initié dans mes premiers pas en foresterie à l'Université d'Ouagadougou il m'a encouragé à entreprendre cette thèse. Ses conseils renouvelés et suivis, ses corrections apportés sur les divers manuscrits aussi que les nombreuses heures passées sur le terrain et au laboratoire ont été particulièrement déterminants pour la préparation et finalisation de ce travail.

Prof. Dr. Ir. R.A.A. Oldeman pour les discussions d'orientation et sa direction avisée et les multiples conseils apportés par l'intermédiaire de A. Binnekamp pour l'étude de l'Architecture et du modèle architectural de *P. biglobosa*.

Prof. Dr. M.T.M. Willemse pour les discussions d'orientation et les conseils très utiles formulés pour l'étude de la biologie florale et les systèmes de reproduction de *P. biglobosa*.

Prof. Dr. Ake Assi Laurent du Centre National de Floristique, de l'Université d'Abidjan, pour ses conseils, son soutien constant, les arrangements efficaces pour les visites de terrain effectués dans le cadre de l'étude sur la variation phénologique selon le gradient Nord-Sud et Côte d'Ivoire.

Prof. Dr. A. Nongonierma du Département des Sciences/IFAN de l'Université de Dakar pour ses renseignements et conseils très utiles lors des collectes de matériel végétal au Sénégal.

Ir. H. Heybroek, généticien, ex-chef de la section Amélioration Génétique, H. Verweij, généticien, ex-conseiller Technique Principal du Projet PAN-CNSF/-"De Dorschkamp" IBN-DLO et W. Kriek, généticien, ex-chef de la section Amélioration Génétique, ont apporté une assistance précieuse, un grand intérêt et prodigué de multiples renseignements et conseils très avisés.

## • Co-auteurs et étudiants

Ir. A. Binnekamp, du Département de Sylviculture de l'Université de Wageningen, étudiante du prof. dr. R.A.A. Oldeman, pour sa contribution particulièrement très efficace à l'étude de l'Architecture de *P. biglobosa*.

Ir. D.C. van der Werf, Chef de la Section Statistique de l'Institut de Recherche forestière et de la Nature, IBN-DLO, pour la supervision des aspects statistiques en particulier la conception et les analyses des données.

Ir. A. Lengkeek, du Département de Génétique et du Département de Phytotaxonomie, étudiant du prof.dr.ir. L.J.G. van der Maesen, pour sa collaboration avec l'étude biosystématique de *P. biglobosa*.

Marjo Buitelaar, du Collège de Larenstein et Département de Phytotaxonomie, étudiant du prof. dr. ir. L.J.G. van der Maesen pour sa contribution à l'étude de la biologie florale et la pollinisation de *P. biglobosa*.

Petra de Haan, du Collège de Larenstein, pour sa contribution à l'étude de la variation morphologique de *P. biglobosa*.

Sina, Sibidou, Candidat thèse PhD, Département de Phytotaxonomie pour ses efforts remarquables déployés dans la mise en oeuvre des recherches: conduite des opérations de récolte au Tchad, compilation et analyse des données sur la phénologie, lecture et correction des divers manuscrits et surtout pour son intérêt à poursuivre la tâche entreprise sur *Parkia biglobosa*. Plusieurs étudiant et collègues ont collaboré très activement aux enquêtes ethnobotaniques, leur rôle a été déterminant pour rassembler quelques données de base sur les facteurs socio-économiques et culturels. Il s'agit Y. Ouédraogo, B. Yao, B. Soulama, T. Djagba, O.T. Dibloni, A.A. Maïga, M. Ouédraogo et J. Boussim.

• **Responsables et Instituts de recherches et Départements des Forêts** ayant coopéré et apporté des soutiens en ressources humaines et logistiques au cours des prospections et des collectes du matériel végétal dans les pays concernés.

Dr. Ouattara, Mme H. Yossi et T. Diakitè, de l'Institut National d'Economie rurale, M. Souba, Mali formé de la Direction Nationale des Eaux et Forêts.

Dr. P.N. Sall, Mme P. Danthu, B. Sall et P. Visser du Département des Recherches et Productions Forestiers et de la Direction des Eaux et Forêts, Chasse et Conservation des Sols (DEFCCS), Sénégal.

Mme M. Mahamat, A. Hamidil, A. Tiega, H. Kinny, A. Issa, A. Ousseni de la Direction de l'Environnement et de l'Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN).

Mme A. Mahamat, M. Tal, F.H. Hounto, L.J. Gotzche, de la Direction des Forêts et de l'Environnement, Tchad.

Dr. Matig E. Oscar ex-Responsable du Centre de Recherches Forestières de NKolbidon, Maroua, Cameroun.

**Instituts de recherche ayant contribué à l'étude par des analyses de laboratoire et des informations des bases de données**

Prof. Dr. A. Traoré, Recteur de l'Université de Ouagadougou, pour sa supervision, son assistance efficace et ses conseils pour les analyses biochimiques des glucides et des protéines.

Prof. Dr. I. Kaboré, Directeur de l'Institut de Recherches sur les Substances Naturelles pour sa supervision, son assistance efficace pour les analyses des différents constituants chimiques potentiellement actifs en pharmacopée.

Prof. Dr. Lejoly, Secrétaire de l'AETFAT, Laboratoire de Phytosociologie Végétale, Université de Bruxelles pour l'accès à la banque de données PHARMEL de l'ACCT.

Dr. Bahuchet, de l'ORSTROM pour les informations en Linguistique de la banque de données MEGA-TCHAD.

**Institut de la Recherche Forestière et de la Nature, IBN-DLO, Pays-Bas**

Ir. P.J.M. Hillegers, Coordonnateur de l'Etude, pour la coordination efficace de l'étude, son amitié, ses conseils clairvoyants, l'efficacité des multiples arrangements et tous les moyens nécessaires qu'il nous accordé et qui ont été très déterminants pour la finalisation du travail.

Dr. J. van den Bos, Dr. A.B.J. Sepers, ancien et actuel Directeur de l'Institut pour l'accueil tout le soutien nécessaire à la réalisation de l'étude.

Mme N.M.J. Mahulete et Mme N.H. Tahapary pour les efforts énormes et particulières efficaces déployés pour préparer méticuleusement la saisie et la présentation du document de la thèse.

J. Tahitu et J.A.B. Wiltink pour avoir gracieusement et amicalement préparés les excellents schémas, ainsi que la présentation du document sous sa forme définitive.

Le personnel de l'IBN-DLO et les nombreux amis, pour le soutien moral et les diverses assistances pratiques ainsi que les encouragements très utiles tout au long des différents séjours à Wageningen. En particulier H.J. Lijftogt, A.A. Lijftogt, ir. J.W.M. Langeveld, ir. A. van den Berg et ing. G.J. Jansen.

• **Département de Phytotaxonomie de l'Université Agronomique de Wageningen**

Les interactions avec les chercheurs nous ont contamment motivé et stimulé et généré des idées particulièrement utiles pour la suite du travail, ainsi que des assistances efficaces dans divers domaines.

Dr. J.J.F.E. de Wilde, C.T. de Groot, bibliothécaire, Mme J.M. van Medenbach de Rooy, Mme W. Wessel-Brand.

• **Centre National de Semences Forestières - Burkina Faso / Ministère de l'Environnement et du Tourisme**

L.M. Somé, S. Bancé, S. Sibidou, A. Nikiema, T. de Kam, H.J. Fortuin, A. de Fraiture, L.G. Ouédraogo, Mme Kaboré, M. Sidibé, S. Gamené et M. Zida pour l'assistance, renouvelée, les contributions diverses très efficaces.

• **Centre National de Recherche Scientifique et Technique / Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

En particulier Drs. M. Sedogo, E.G. Bonkoungou (IRBET), D. Depommier, I. Kaboré (IRSN), J. Ki (cartes).

• **Bureau National des Sols (BUNASOLS)**

Dr. Sourabié et son équipe pour les informations pédologiques

• **Faculté de Sciences et Techniques - Université de Ouagadougou pour l'assistance bénéficié pour la mise en oeuvre des actions de terrain notamment la contribution des étudiants du prof. dr. S. Guinko, à savoir A.Z. Maïga, J. Boussim, S. Kambou.**

• **Laboratoire de Biochimie/Nutrition**

En particulier le Prof. Dr. A. Traoré (Recteur) pour son encadrement et l'assistance effective pour les analyses biochimiques des graines et de la poudre de Néré

• **Comité Inter Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel, CILSS**

M. Goumandakoye, ex-chef de Service Ecologie Environnement et M. Mahamat pour leur soutien efficace dans la collaboration entre les pays.

• **Département des Forêts, Division des Ressources Forestières de la FAO**

Mme C. Palmberg-Lerche, C. Cossalter, H. de Framond, O. Souvannavong



pour leur conseils et encouragements constants.

- **Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement, Nogent s/Marne - Département Forestier (CIRAD-Forêt)**

Pour l'assistance scientifique et logistique nécessaire aussi bien dans les phases de conception que de finalisation du document: J.M. Dubois, H. Joly, P. Vigneron, R. Catinot, J. Muron et en particulier R. Bellefontaine ont rapporté des corrections et commentaires, particulièrement utiles au manuscrit.

- **Institut International des Ressources Génétiques des Plantes (Rome)** - pour avoir soutenu les efforts en me pendant plus d'une fois disponible pour la rédaction et la finalisation de la thèse. En particulier, je suis particulièrement reconnaissant à drs. G. Hawtin, M. Iwanaga, T. Hodgkin, E. Frison, J. Engels, P. Eyzaguere et A. Reilly pour leur conseils et encouragements renouvelés et surtout à M. Colas pour les nombreuses heures consacrées à saisie et la présentation du texte.

## CURRICULUM VITAE

Abdou-Salam Ouédraogo est né le 16 Novembre 1958 à Ouahigouya, Burkina Faso (ex Haute-Volta). Après ses études secondaires au Collège Protestant (1971-1978) de Ouagadougou, il commence ses études universitaires à l'Université de Ouagadougou, (l'Institut de Développement Rural) où il obtient en 1983, le diplôme d'Ingénieur de Développement Rural - Option Eaux et Forêts, avec la mention "Très bien".

En 1983, il devient Chef de Service du Reboisement au Sein de la Direction de l'Aménagement Forestier et du Reboisement basé à Ouagadougou, puis est nommé Directeur du Centre National de Semences Forestières (CNSF), position qu'il a occupé jusqu'en Juin 1989. A partir de cette période il va être très actif dans la sous-région sahélienne, contribuant au développement de la recherche et de la coopération en matière de reboisement, production de semences, conservation et amélioration génétique.

En septembre 1989, Abdou-Salam obtient une disponibilité pour un programme de thèse en collaboration avec l'Institut de la Recherche Forestière et de la Nature (IBNDLO) et le Département de Phytotaxonomie de l'Université Agronomique, tous les deux à Wageningen, Pays-Bas. Les recherches portent sur *Parkia biglobosa*, espèce à fonctions multidimensionnelles et prioritaires pour la recherche et le développement au CNSF. Un travail important de terrain est alors réalisé dans plusieurs pays d'Afrique occidentale et centrale. De même, plusieurs séjours sont effectués à Wageningen pour la recherche bibliographique, l'analyse des données et la rédaction de la thèse.

De 1990-1993, il occupe les fonctions de Coordinateur Régional du Programme Sahélien de Semences Forestières et d'Amélioration Génétiques (FAO/CILSS). Il est également nommé Membre du Groupe d'Experts sur les Ressources Génétiques, représentant l'Afrique de l'Ouest dans ce Panel d'experts à Rome.

Il maintient d'étroits rapports avec l'Université de Ouagadougou où il assure des enseignements de sylviculture à la Faculté de Sciences ainsi que des cours et ateliers régionaux de formation dans certains pays de la sous-région. Il a réalisé de nombreuses missions de consultations à l'étranger pour le compte de diverses agences et a beaucoup voyagé, en particulier en Afrique, mais aussi en Europe, en Asie et aux Amériques.

Lorsque les principales investigations, la collecte et l'analyse des données sont conclus en Février 1993, il est recruté, en tant que chercheur, responsable du programme de Conservation et d'Utilisation des Ressources Génétiques Forestières, au Conseil International sur les Ressources Phytogénétiques (IBPGR), devenu l'Institut International des Ressources Génétiques des Plantes (IPGRI) à Rome, Italie.

Abdou-Salam est marié à Cathérine et ils ont un fils et une fille, Ebenezer et Esther.

## LISTES DES FIGURES

- Fig. 2.1 *Parkia biglobosa*: cime charpentée comportes de fortes branches
- Fig. 2.2 Caractéristiques botaniques de la feuille et de l'appareil reproducteur de *Parkia biglobosa* (selon Hagos, 1962)
- Fig. 2.3 Répartition mondiale de genre *Parkia*
- Fig. 2.4 Répartition des *Parkia* en Afrique
- Fig. 2.5 Anisophyllie chez *Parkia biglobosa*
- Fig. 2.6 Modes de ramification chez *Parkia biglobosa*
- Fig. 2.7a Versions de ramification
- Fig. 2.7b Formation des versions de ramification
- Fig. 2.8 Séquence de développement de *Parkia biglobosa*
- Fig. 2.9 Séquence de développement de *Parkia biglobosa* (suite)
- Fig. 2.10 Plantule de *Parkia biglobosa*
- Fig. 2.11 Formation d'un seul axe orthotrope chez *Parkia biglobosa*
- Fig. 2.12 Première ramification de *Parkia biglobosa*
- Fig. 2.13 *Parkia biglobosa* au stade 1 le long de la route vers Kokologho (Burkina Faso)
- Fig. 2.14 *Parkia biglobosa* au septième stade
- Fig. 2.15 *Parkia biglobosa* au huitième stade
- Fig. 2.16 *Parkia biglobosa* au neuvième stade
- Fig. 2.17 Unités structurales élémentaires de *Parkia biglobosa*
- Fig. 2.18 Développement des cimes chez *Parkia biglobosa* au cours du temps
- Fig. 3.1 Région de récolte du matériel végétal
- Fig. 3.2 Caractères mesurés sur la grappe

- Fig. 3.3                   Caractères mesurés au niveau de la gousse
- Fig. 3.4                   Caractères mesurés au niveau de la graine
- Fig. 3.5                   Caractères mesurés sur l'arbre
- Fig. 3.6                   Diverses formes de gousses
- Fig. 3.7                   Diverses formes de l'apex de la gousse
- Fig. 3.8                   Diverses formes de graines
- Fig. 3.9                   Variation longitudinale de l'épaisseur des graines
- Fig. 3.10                  Dendrogramme: Regroupement par provenances; toutes les variables confondues. De même, il est possible de distinguer des regroupements par zone et par pays.
- Fig. 3.11                  Représentation graphique de l'ACP, Axe 1 x Axe 2 valeurs moyennes par peuplement
- Fig. 3.12                  ACP - Axe 1 x Axe 2 valeurs moyennes par provenance (position des provenances)
- Fig. 3.13                  ACP - Axe 2 x Axe 3 valeurs moyennes par provenance
- Fig. 3.14                  ACP - Axe 2 x Axe 3 valeurs moyennes par provenance (position des provenances)
- Fig. 4.1                   Zone de l'étude ethnobotanique en Afrique occidentale et centrale et centrale. Les informations bibliographiques obtenus à partir des diverses sources concernant l'Afrique occidentale. Des investigations détaillées ont été réalisés par nos soins surtout au Burkina Faso, mais aussi en collaboration au Bénin et au Mali.
- Fig. 4.2                   Organisation administrative du Burkina Faso
- Fig. 4.3                   Principaux groupes ethniques et linguistiques du Burkina Faso
- Fig. 4.4                   Place de l'arbre dans le système de production agricole
- Fig. 4.5                   Peuplements de *Parkia biglobosa* au nord Bénin. La pratique ancestrale du semis direct est largement vulgarisée au nord Bénin. Il en est de même dans l'Ouest et le Sud du Burkina.
- Fig. 4.6                   Elagage partiel des branches de *Parkia biglobosa*. La pratique

d'élagage est bien comme est utilisée pour relancer la production fruitière. A la 3<sup>ème</sup> année après l'élagage la production est rétablie.

- Fig. 4.7 Branche taillée non florifère. La production fruitière est retardée et reprend généralement au bout de la 3<sup>ème</sup> année après la taille.
- Fig. 4.8 Arbre adulte, présentant des signes de faiblesse avec des branches mortes. La taille est généralement appliquée pour rajeunir et relancer la production.
- Fig. 4.9 Production de nectar sucré à partir du capitule
- Fig. 4.10 Amas de nectar coagulé attaché au réceptacle floral (sous forme de cristaux de sucre)
- Fig. 4.11 Renforcement et décoration des murs avec le décocté de l'exocarpe de Néré dans la région de Tiébélé.
- Fig. 4.12 Gousses de *Parkia biglobosa* en vente sur la place du marché de Tafiré. La pulpe jaune sucrée renfermée à l'intérieur de l'exocarpe est très prisée par les enfants.
- Fig. 4.13 Soumbala (cubes Maggi traditionnels) en vente sur la place du marché à Ouagadougou. Ces boules préparées de diverses manières à partir des graines fermentées sont un condiment particulièrement riche en protéines et utilisé dans la préparation des sauces.
- Fig. 4.14 Néré noir avec principales caractéristiques décrits au tableau 4.7
- Fig. 4.15 Néré blanc
- Fig. 5.2.1 Répartition de *Parkia biglobosa* au Burkina Faso (selon Maïga, 1988, modifiée). Trois grands ensembles peuvent être distingués, du Nord au Sud.
- Fig. 5.3.1 Stations des observations phénologiques au Burkina Faso
- Fig. 5.3.2 Territoires phytogéographiques du Burkina Faso (selon Guinko, 1984)
- Fig. 5.3.3 Carte climatique du Burkina Faso (selon Guinko, 1984)
- Fig. 5.3.4 Diagramme phénologiques de trois populations de *Parkia biglobosa*

- Fig. 5.3.5 Phénogramme de la population de Bouria 1990
- Fig. 5.4.1 Carte pluviométrique - Burkina Faso
- Fig. 5.4.2 Représentation graphique de la variation phénologique de *Parkia biglobosa* selon le gradient nord-sud au Burkina Faso et en Côte d'Ivoire. Alors qu'à la limite nord les arbres sont au stade d'initiation florale, au sud en Côte d'Ivoire les individus ont atteint le stade de maturité et la récolte intervient (le décalage atteint 3 mois entre les 2 extrêmes). Les parties ombrées correspondent à notre itinéraire selon les dates d'observations indiquées.
- Fig. 5.4.3 Représentation de la variation phénologie selon le gradient ouest-est au Burkina Faso. Noter que la variation est très faible entre Dédougou, Koudougou et Diapaga (zone ombrée itinéraire/temps). Au delà de 800mm même comportement que sur la figure 5.4.1, avec une variation phénologique importante selon le gradient nord-sud entre le Burkina et le Bénin.
- Fig. 5.5.1 Cages anti-insectes
- Fig. 5.5.2 Capitule de *Parkia biglobosa* à développement séquentiel
- Fig. 5.5.3 Capitule de *Parkia biglobosa* à développement synchrone
- Fig. 5.5.4 Développement du capitule au cours du temps (selon Buitelaar, 1992)
- Fig. 5.5.5 Développement du fruit au cours du temps (selon Buitelaar, 1992)
- Fig. 5.6.1 Visites d'abeilles dans la zone nectarifère au crépuscule
- Fig. 5.6.2 *Apis mellifera* var. *adansonii* capturée au cours des observations
- Fig. 5.6.3 Comportement au butinage du colibri (*Pogoniulus chrysonocus*)

## LISTE DES TABLEAUX

- Tabl. 2.1 Caractères comparatifs de pollen de trois espèces africaines (selon Satabie, 1989)
- Tabl. 3.1 Description du matériel végétal étudié
- Tabl. 3.2 Schéma d'échantillonnage avec les variables mesurées

Tabl. 3.3	Description des variables quantitatives
Tabl. 3.4	Description des variables qualitatives
Tabl. 3.5	Décomposition de la variance pour les niveaux graine, gousse, pédoncule et arbre
Tabl. 3.6	Résultats des valeurs de F. et de P. pour les variables au niveau graines, gousses, pédoncules et graines
Tabl. 3.7	Résultats avec les valeurs de P. pour les niveaux graines et gousses
Tabl. 3.8	Tests de comparaison des moyennes (estimées) pour les pays - variables des graines n° 1-4
Tabl. 3.9	Tests de comparaison des moyennes pour les pays - variables des gousses n° 5-14
Tabl. 3.10	Tests de comparaison des moyennes (estimées) pour les pays pour les variables des pédoncules n° 15-17
Tabl. 3.11	Tests de comparaison des moyennes (estimées) pour les pays niveau arbre: variables n° 18-27
Tabl. 3.12	Résultats Forme de la graine (valeurs des effectifs en %)
Tabl. 3.13	Résultats variables BECFORM (valeurs des effectifs en %)
Tabl. 3.14	Résultats GENFORM (valeurs des effectifs en %)
Tabl. 3.15	Résultats COUGRAIN (valeurs des effectifs en%)
Tabl. 3.16	Résultats variables COULEUR-gousse
Tabl. 3.17	Contribution relative des variables à la formation des différents axes
Tabl. 3.18	Analyse en composantes principales corrélations des variables avec les 4 principaux axes. (Les valeurs supérieures à 0,4 sont mises en relief en gras)
Tabl. 3.19	Matrice de corrélation
Tabl. 4.1	Noms vernaculaires de <i>Parkia biglobsa</i> dans les diverses langues du Burkina Faso

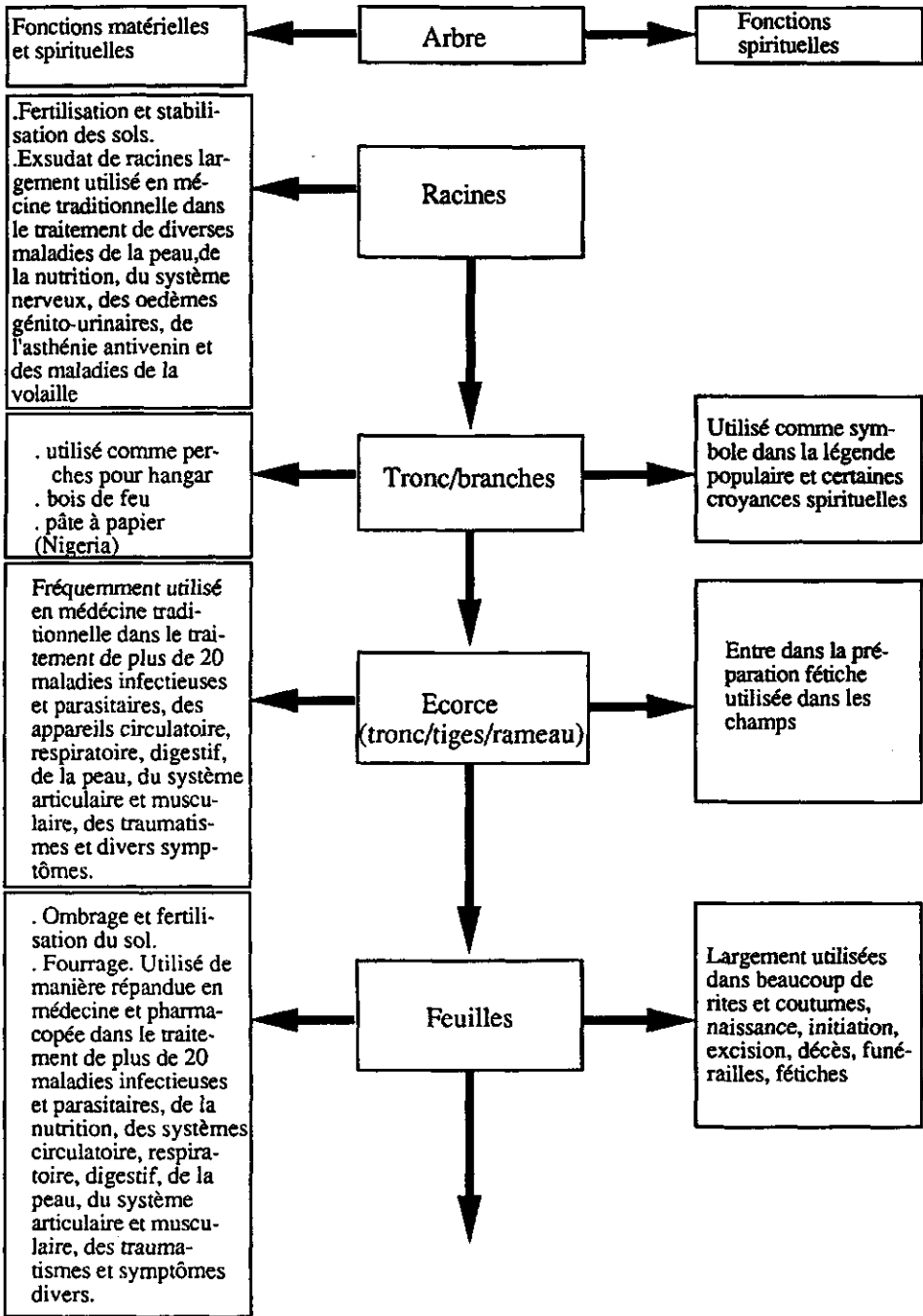
Tabl. 4.2	Noms vernaculaires de l'arbre dans les diverses langues de quelques pays en Afrique occidentale et centrale
Tabl. 4.3	Teneur en nutriments de principaux produits alimentaires de <i>Parkia biglobosa</i>
Tabl. 4.4	Organes et produits du Néré les plus couramment utilisés dans les recettes pour le traitement des diverses affections
Tabl. 4.5	Principaux constituants chimiques identifiés lors du screening par fractionnement
Tabl. 4.6	Gamme de prix des produits du Néré dans différentes régions du Burkina Faso
Tabl. 4.7	Caractères distinctifs des deux types de Néré "blanc" et "noir"
Tabl. 4.8	Fonctions multidimensionnelles de <i>Parkia biglobosa</i> (schéma)
Tabl. 4.7	Savoir paysan sur la variabilité du Néré
Tabl. 5.3.1	Stations des observations phénologiques au Burkina Faso
Tabl. 5.3.2	Caractéristiques bioclimatiques des différentes stations
Tabl. 5.4.1	Variation phénologie selon le gradient Nord-Sud de la limite nord au Burkina à la limite sud en Côte d'Ivoire
Tabl. 5.5.1	Traitements, modes de pollinisation et d'accès aux des capitules
Tabl. 5.5.2	Nombre de capitules fructifères
Tabl. 5.5.3	Valeurs théoriques (%) de capitules fructifères
Tabl. 5.5.4	Analyse de variance: nombre de légumes par nombre total de capitules
Tabl. 5.5.5	Effets sac et du mode de pollinisation sur le nombre de gousses par nombre total de capitules (valeurs moyennes théoriques)
Tabl. 5.5.6	Analyse de variance: nombre de gousses par rapport au nombre total de capitules fructifères
Tabl. 5.5.7	Effet du type de sac et du mode de pollinisation sur le nombre de gousses par rapport au nombre total de capitules fructifères (valeurs moyennes théoriques)

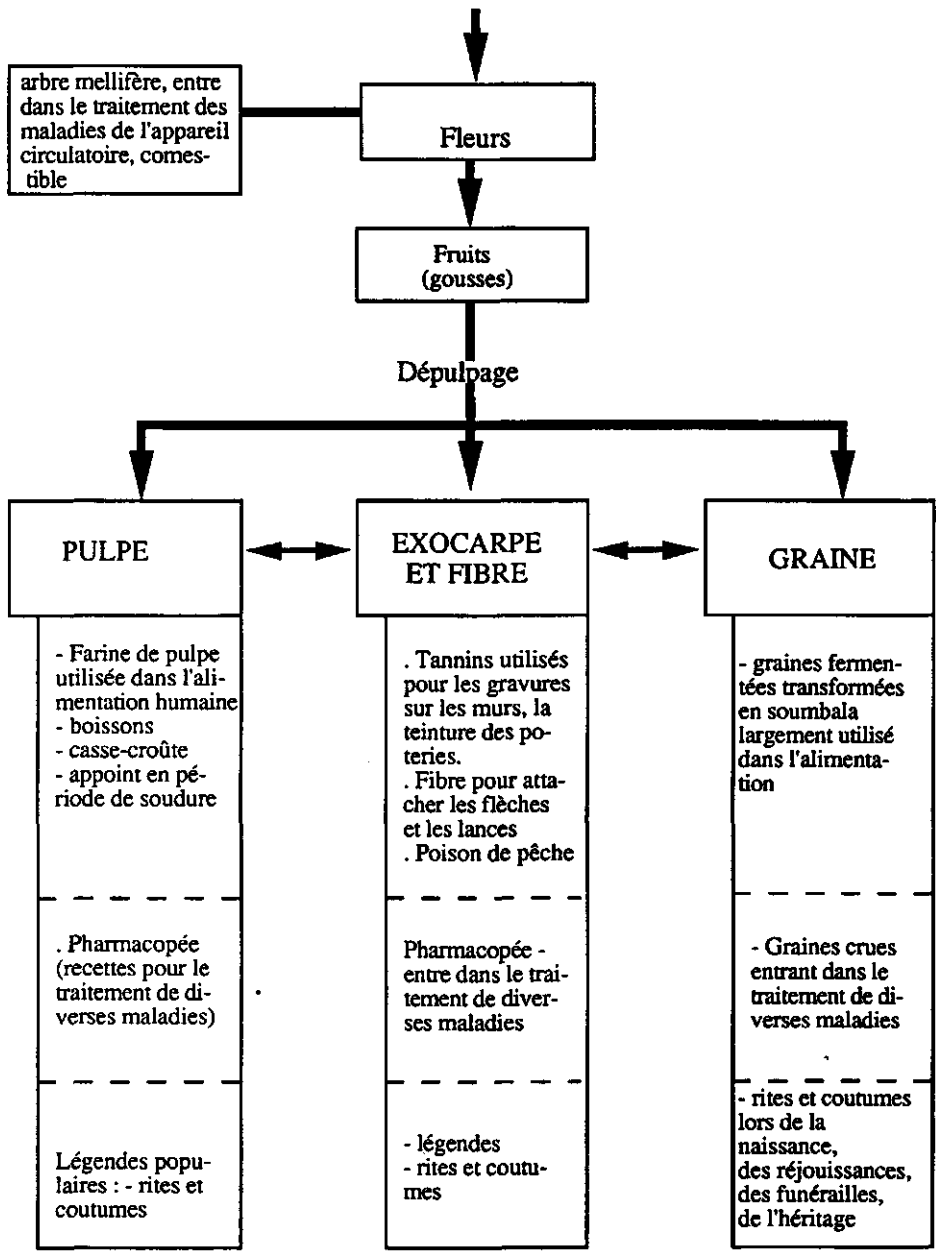


- Tabl. 5.6.1 Fréquence et durée des visites d'*Apis mellifera* sur *Parkia biglobosa* dans 3 peuplements au Burkina Faso en 1991
- Tabl. 5.6.2 Fréquence et durée des visites de *Monomorium* par/heure/capitule sur *Parkia* dans 3 différentes stations au Burkina en 1991
- Tabl. 5.6.3 Fréquence des visites des mouches par capitule/heure dans 2 stations au Burkina Faso en 1991
- Tabl. 5.6.4 Fréquence et durée des visites des colibris sur *Parkia biglobosa* dans 3 localités au Burkina Faso en 1991
- Tabl. 5.7.1 Résultats de l'influence du type de pollinisation sur les caractéristiques morphologiques des gousses, pédoncules et pédicelles

Annexe 1

FONCTIONS MULTIDIMENSIONNELLES DE *Parkia biglobosa*





## MATERIEL ET METHODES DES ANALYSES BIOCHIMIQUES

### 1. Détermination des composés glucidiques; dosage des glucides totaux

#### Matériel

spectrophotomètre (UV-visible, spectrophotomètre Camspec M302)

- Bain-marie
- Solution d'orcinol 1,5% (P/V) dans l'acide sulfurique 30% (V/V)
- Solution aqueuse d'acide sulfurique pur à 60% (V/V)

#### Mode opératoire

Les glucides totaux sont dosés par la méthode orcinol sulfurique décrite par Mortreuil et Spil (1969): 10 milligrammes de matière sèche broyée sont introduite dans un tube à essai. On y ajoute 5 ml d'acide sulfurique 60% et le mélange est porté au bain-marie bouillant pendant 20 min. Après refroidissement, 0,2 ml de la solution est prélevé dans un tube et on y ajoute 6 ml d'acide sulfurique 60% et 2 ml de solution d'orcinol 1,5%.

Ce mélange après agitation est porté au bain-marie bouillant pendant 20 min puis incubé à l'obscurité pendant 45 minutes. L'absorbance est lue à 510 nm contre le témoin à l'aide d'un spectrophotomètre. Les teneurs en glucides sont déterminées par rapport à un étalon de glucose (100 mg/l) par l'expression

$$\% \text{ sucre} = \frac{A(e)}{A(100) \times 100} \times \frac{100}{PE}$$

- A(e) = Absorbance à 510 nm de l'étalon de l'échantillon  
 A(100) = Absorbance à 510 nm de l'étalon de glucose  
 PE = prise d'essai (10 mg)

### 2. Détermination des protéines

#### Matériel

- Rampe de minéralisation
- Dispositif de distillation
- Balance de sensibilité 0,001
- Acide sulfurique concentré (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 96%
- Catalyseur de digestion constitué d'un mélange de 100 g de sulfate de potassium (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) et 20g de sulfate de cuivre (CuSO<sub>4</sub>)
- Sélénium
- Soude (MAORI) 10 N
- Acide borique (80g dans 5 litres d'eau distillée)
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05N
- Indicateurs colorés

- \* Vert de Bromocrésol
- \* Hélianthine
- \* Phénolphtaléine

### Mode opératoire

Les protéines totales des différents fruits sont dosées par la méthode de Kjeldahl (1853). On dose la teneur en azote total puis cette teneur est converti en teneur en protéines par application d'un coefficient de 6,25 (le poids moyen de l'azote par rapport aux protéines étant estimé à 16%).

On introduit dans une fiole de Kjeldahl:

0,2 g de matière sèche

1 g de catalyseur de digestion

0,2 g de sélénium

10 ml d'acide sulfurique concentré.

Ce mélange est soumis à une minéralisation pendant 3,5 heures. Le minéralisat est refroidi, dilué à 100ml dans une fiole jaugée puis distillé à l'aide de l'appareil Kjeldahl.

Le distillat est recueilli dans l'indicateur à l'acide borique (solution d'acide borique plus quelques gouttes d'hélianthine et de vert de bromocrésol) et titré par  $H_2SO_4$  0,05N. La fin de la réaction est marquée par le virage du vert au jaune. La teneur en protéines est donnée par la relation:

$$\% \text{ protéine} = \frac{(V_1 - V_0) \times N \times 14 \times 10^3 \times 6,25 \times 100}{PE}$$

- $V_0$  = Volume de  $H_2SO_4$  0,05N ayant servie pour titrer le blanc  
 $V_1$  = Volume de  $H_2SO_4$  0,05N nécessaire pour titrer l'échantillon  
 $N$  = Normalité de l'acide sulfurique utilisé pour le dosage soit 0,05  
 $PE$  = Prise d'essai (0,2 g)  
 6,25 = Coefficient de conversion  
 14 = Poids moléculaire de l'azote.