

## **Domestication paysanne des arbres fruitiers forestiers**

Cas de *Coula edulis* Baill. Olacaceae,  
et de *Tieghemella heckelii* Pierre ex A. Chev., Sapotaceae,  
autour du Parc National de Taï ,Côte d'Ivoire

ISBN 90-5113-040-6  
ISSN 1566-6492

© 2000 le programme Tropenbos-Côte d'Ivoire

Tous droits réservés. Toute reproduction, même partielle, sous forme de photocopies, publications ou d'enregistrement électronique ou électromagnétique, à l'exception de citations bibliographiques ou de brèves citations dans les revues, ne peut être faite sans l'accord écrit de l'auteur.

Dessin de couverture : Duotone/Ponsen en Looijen, Wageningen, Pays-Bas  
Photo de couverture : Paysanne de Zaipobly transportant des plantules de Makoré (photo Léonie Bonnéhin)  
Imprimé par : Ponsen en Looijen bv, Wageningen, Pays-Bas

# **Domestication paysanne des arbres fruitiers forestiers**

Cas de *Coula edulis* Baill., Olacaceae,  
et de *Tieghemella heckelii* Pierre ex A. Chev., Sapotaceae,  
autour du Parc National de Taï, Côte d'Ivoire

Léonie Bonnéhin

Tropenbos-Côte d'Ivoire  
Abidjan, Côte d'Ivoire  
2000

## TROPENBOS - CÔTE D'IVOIRE SERIES

Les 'Tropenbos - Côte d'Ivoire Series' publient les résultats de certains projets de recherche effectués dans le cadre du programme Tropenbos - Côte d'Ivoire. Ce programme, qui fait partie du programme général de la Fondation Tropenbos, exécute des activités ciblées sur le Parc National de Taï, localisé dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. L'objectif principal du programme est de contribuer de manière effective à la conservation du Parc National de Taï.

PACPNT, Project Autonome pour la Conservation du Parc National de Taï

MESRS/DR, Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique/ Direction de la Recherche

Cette étude a été conduite au Centre Néerlandais d'Abidjan dans le cadre du programme de recherche de l'Université de Wageningen intitulé "Analyse et mise au point de systèmes d'utilisation des terres dans la région de Taï, Sud - Ouest de la Côte d'Ivoire"

L'étude a été financée par la Fondation Tropenbos et l'Université de Wageningen. Elle a bénéficiée du support logistique et administratif de la GTZ.

La publication a été faite grâce au financement de Tropenbos et de l'Université de Wageningen

A N'na Daou,  
En souvenir des moments passés ensemble dans la forêt

A N'né Annette



# TABLE DES MATIERES

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
1.1 DEFINITION DU CONCEPT DE DOMESTICATION .....	1
1.2 LA DOMESTICATION DES ESPECES INDIGENES : UN SUJET D'ACTUALITE EN AFRIQUE .....	2
1.3 LA PROBLEMATIQUE DE LA DOMESTICATION AUTOUR DU PARC NATIONAL DE TAÏ.....	3
1.3.1 <i>Le Parc National de Taï</i> .....	4
1.3.2 <i>La zone de recherche : la périphérie Ouest du Parc National de Taï</i> .....	4
1.3.3 <i>La domestication : une stratégie vitale dans l'aménagement de la zone périphérique pour une conservation à long terme du Parc National de Taï et des autres aires protégées de la région</i> .....	7
1.3.4 <i>La domestication : un moyen de contribuer à la reconstitution du couvert forestier et au maintien de la biodiversité dans le domaine agricole</i> .....	8
1.4 OBJECTIFS ET CADRE DE LA RECHERCHE .....	10
1.5 METHODES D'APPROCHE : PRIORITE A LA RECHERCHE-ACTION ET A LA PARTICIPATION ACTIVE DES PAYSANS.....	12
1.6 LE PLAN DU LIVRE .....	12
<b>2. LES ESPECES ETUDIEES : L'ATTIA (COULA EDULIS) ET LE MAKORE (TIEGHEMELLA HECKELII) .....</b>	<b>15</b>
2.1 JUSTIFICATION DU CHOIX : CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL DE LA ZONE D'ETUDE, CONTRAINTES BIOLOGIQUES ET CONJONCTURELLES RELATIVES A LA PROPAGATION DES DEUX ESPECES .....	15
2.2 APERÇUS BIOLOGIQUES ET ECOLOGIQUES .....	17
2.3 LES MULTIPLES USAGES DE L'ATTIA ET DU MAKORE .....	21
2.3.1 <i>Les usages alimentaires.</i> .....	21
2.3.2 <i>Les usages du bois</i> .....	25
2.3.3 <i>Les autres usages</i> .....	27
2.4 STRATEGIES DE REGENERATION NATURELLE ET STATUT DE CONSERVATION.....	28
2.5 QUELQUES NOTES SUR LA MISE EN CULTURE DE C. EDULIS ET TIEGHEMELLA HECKELII .....	29
<b>3. LA PROPAGATION DU MAKORE (TIEGHEMELLA HECKELII ) ET DE L'ATTIA (COULA EDULIS) .....</b>	<b>31</b>
3.1 INTRODUCTION .....	31
3.2 MATERIEL ET METHODE .....	32
3.2.1 <i>Les essais de germination</i> .....	32
3.2.2 <i>Les essais de propagation végétative</i> .....	33
3.2.3 <i>Croissance et développement des plants obtenus par propagation végétative</i> .....	34
3.3 RESULTATS.....	36

3.3.1 Les caractéristiques de germination en pépinière.....	36
3.3.2 Les premiers stades de croissance et de développement architectural en pépinière des plantules de Makoré et d'Attia.....	38
3.3.3 La propagation végétative du Makoré et de Attia .....	40
3.3.4 Croissance et développement architectural des plants de Makoré issus de propagation végétative .....	48
3.4 DISCUSSION.....	49
3.4.1 L'efficacité des stratégies de régénération et leur impact sur la domestication paysanne .....	49
3.4.2 Les plants de Makoré issus de propagation végétative : architecture aérienne et racinaire conforme au modèle de base de l'espèce.....	54
3.5 CONCLUSIONS.....	57
<b>4. REPONSES PAYSANNES A LA DOMESTICATION DU MAKORE ET DE L'ATTIA .....</b>	<b>61</b>
4.1 LES FACTEURS AFFECTANT LES STRATEGIES PAYSANNES DE DOMESTICATION .....	62
4.2 OBJECTIFS DE RECHERCHE.....	63
4.3 METHODE D'ETUDE.....	63
4.4 RESULTATS .....	66
4.4.1 De la protoculture à la culture : l'histoire de la domestication paysanne du Makoré à Taiï .....	66
4.4.2 Caractéristiques de la domestication des Makoré .....	69
4.4.3 Les facteurs déterminant les stratégies paysannes de domestication du Makoré.....	70
4.5 L'ATTITUDE DES PAYSANS FACE A LA DOMESTICATION D'ATTIA .....	74
4.6 CONCLUSION.....	75
<b>5. PREMIERS STADES DE CROISSANCE ET DE DEVELOPPEMENT DU MAKORE DANS LES SYSTEMES DE CULTURE PAYSANS .....</b>	<b>77</b>
5.1 INTRODUCTION .....	77
5.2 DESCRIPTION DES SYSTEMES CULTURAUX ASSOCIANT LE MAKORE.....	79
5.3 MATERIEL ET METHODE D'ETUDE .....	80
5.3.1 La collecte des données sur l'architecture et la croissance .....	80
5.3.2 Les mesures de lumière .....	80
5.3.3 La détermination du statut symbiotique du Makoré.....	81
5.3.4 Analyse des données. ....	82
5.4 RESULTATS.....	87
5.4.1 Architecture et croissance du Makoré : performances en relation avec la lumière.....	87
5.4.2 Densité de spores d'endomycorrhizes dans les sols : relation avec la croissance des Makoré. ....	88
5.4.3 Systèmes de culture et mortalité chez les plantules de .....	88



<i>Makoré</i> .....	88
5.5 DISCUSSION .....	91
5.5.1 <i>Les exigences du Makoré vis-à-vis de la lumière</i> .....	91
5.5.2 <i>Statut symbiotique et degré de dépendance du Makoré vis-à-vis des mycorrhizes</i> .....	93
5.5.3 <i>La croissance du Makoré dans les systèmes de culture paysans : la fertilité du sol est-elle facteur limitant ?</i> .....	94
5.6 CONCLUSION .....	95
<b>6. LA DOMESTICATION PAYSANNE D'ESPECES FORESTIERES LOCALES : SYNTHÈSE, PERSPECTIVES ET CONCLUSIONS .....</b>	<b>96</b>
6.1 SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES .....	96
6.1.1 <i>La levée du blocage culturel de planter des espèces forestières arborescentes locales dans la région de Taï</i> .....	96
6.1.2 <i>La domestication paysanne d'espèces forestières locales : une initiative en quête d'incitations</i> .....	97
6.1.3 <i>Le Makoré, une espèce rustique, facile à domestiquer</i> .....	98
6.1.4 <i>Coula edulis: les problèmes phytotechniques de propagation partiellement maîtrisés</i> .....	99
6.1.5 <i>La domestication en faveur de l'acceptation et du développement de systèmes agroforestiers permettant le maintien ou la restauration de la biodiversité dans l'espace agricole</i> .....	99
6.2 CONCLUSION .....	101
<b>RESUME .....</b>	<b>103</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>106</b>
<b>SAMENVATTING .....</b>	<b>109</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>112</b>
<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>



## 1. INTRODUCTION

Dans de nombreuses civilisations tropicales, les sociétés ont une vision cyclique du temps et des grands événements qui se produisent sur terre. L'évolution des forêts tropicales humides en Afrique de l'Ouest depuis le quaternaire semble en partie leur donner raison. Les glaciations du Pléistocène ont refoulé les forêts tropicales dans des refuges (Aubréville 1962 ; Guillaumet 1967 ; Hamilton 1976, 1992 ; Myers 1982; Maley 1991). A l'aube du 21<sup>ème</sup> siècle, les activités humaines ont considérablement réduit les superficies de forêts tropicales (Sayer et al. 1992 ; FAO 1998). A titre d'exemple, la Côte d'Ivoire a perdu plus de 3/4 de sa couverture forestière en moins d'un siècle (Vooren 1992). Les reliques de la forêt africaine sont aujourd'hui confinées dans de nouveaux types de refuges appelés parcs nationaux ou réserves forestières (Oneka 1996). Mais à la faveur de phases climatiques plus humides, il y a environ dix mille ans (Frédoux et Tastet 1988; Maley 1990 et 1991 ; Van Rompaey 1995 ; Rossignol et al. 1998), la forêt a pu repartir de ces bastions-refuges du Pléistocène pour occuper l'aire de répartition que nous lui connaissons aujourd'hui. Qu'advient-il de la forêt de nos refuges contemporains? Pourrait-elle en ressortir pour conquérir son aire géographique de prédilection ? Peut-être oui, à la faveur d'un grand bouleversement. En attendant cet événement, seules quelques espèces, une infime partie de la composition floristique originelle de la forêt tropicale actuelle, se rencontreront hors des parcs, dans des espaces cultivés ou les interstices entre ces espaces. Cela se fait déjà (Michon 1985) et si c'est l'être humain qui les y maintient sciemment, ça s'appelle domestication. Les pratiques de domestication donnent de merveilleux résultats qui constituent à travers le monde ce que Küchli (1997) appelle à juste titre "the forests of hope". Cependant, les forêts de l'espoir ne peuvent exister qu'à la faveur de conditions socio-économiques et écologiques qui prévalent dans une zone donnée.

### 1.1 Définition du concept de domestication

Domestiquer, c'est un processus qui consiste à réduire un animal ou une plante à l'état de domesticité, à les mettre dans des conditions de soumission à l'homme (Larousse 1998). En ce qui concerne la domestication des plantes sauvages, plusieurs définitions sont données dans la littérature (Libby 1973; Harlan 1975; Janick et al. 1982; Lamprecht 1989; Guillaumet 1993; Palmer 1994; Clément et Villachica 1994) Pour la plupart des auteurs, la domestication est un processus à trois étapes :

- 1 apporter des soins aux plantes sauvages ;
- 2 mettre en culture ces plantes ;

- 3 les manipuler du point de vue génétique pour les amener à répondre à des objectifs spécifiques, par exemple la production précoce de fruits ou de bois ou encore l'adaptation de ces plantes à différents agroécosystèmes.

Dans le livre présent, nous analyserons particulièrement la deuxième étape de la domestication mentionnée ci-dessus: celle qui consiste à mettre en culture des plantes sauvages sans vouloir artificiellement modifier leur capital génétique. La première étape est déjà une pratique courante dans de nombreuses sociétés paysannes en Afrique (ORSTOM 1980 ; Schnell 1957 ; Guillaumet 1993) et la troisième étape, très coûteuse pour le paysan, peut être considérée comme relevant du domaine des services agronomiques ou forestiers étatiques ou industriels dans le cadre de grands projets de plantation, de reboisement ou d'enrichissement des forêts naturelles (Lamprecht 1989 ; Leakey et al 1994). Cependant, il y a des indications que cette troisième étape est superflue puisque son résultat à long terme, quant à la production, ne surpasse pas celui de la deuxième étape (Remmers 1998).

## **1.2 domestication des espèces indigènes: un sujet d'actualité en Afrique**

La domestication des espèces africaines, qu'elles soient productrices de bois d'œuvre ou de fruits, graines et autres produits, intéressent de plus en plus la recherche. Dans ce paragraphe, nous nous limitons à la domestication des espèces ligneuses indigènes, surtout productrices de fruits et graines comestibles, des plantes alimentaires dont les "domestiqueurs" sont avant tout les paysans.

Les plantes alimentaires de l'Afrique ont été abondamment étudiées dans la littérature depuis le début du siècle jusqu'à nos jours. Certains auteurs ont abordé ce sujet sous forme d'inventaires de plantes, soit au niveau régional, soit au niveau local (Chevalier 1905 - 1928; Perrot 1929; Hollande 1908-1922; Dalziel 1937; Schnell 1957; Irvine 1948, 1952, 1961; FAO 1982 ; Makita-Madzou 1985; Burkhill 1987; Abbiw 1990). D'autres comme Busson (1965), Herzog (1992), Gautier-Béguin (1992) traitent de leur valeur nutritive et de la production. Poulsen (1982) et Falconer (1990) passent en revue la littérature sur l'importance de ces plantes dites de cueillette ou sauvages.

Quand on sait la dégradation rapide et intense de la végétation forestière ces dernières décennies, on ne peut guère douter que cette fonction vitale de la forêt et des plantes sauvages soit plus que jamais compromise. En réponse à cette situation, la domestication des plantes forestières utiles est de plus en plus recommandée à travers l'Afrique (Okigbo 1977; Becker 1983; Maydell 1983) et des recherches sont entreprises dans de nombreux pays africains pour la promouvoir. Le Centre International de Recherche en Agroforesterie (ICRAF) à travers son réseau

AFRENA et l'Institute of Terrestrial Ecology (ITE) d'Edinbourg soutiennent dans ce sens de nombreux Instituts Nationaux en Afrique. En Afrique de l'Est et Australe de nombreuses publications traitent de la domestication des espèces fruitières locales : Vahrmeijer (1976), Kumar (1978), Keegan et van Staden (1981) pour ce qui concerne *Ricinodendron rautanenii* Schinz (Euphorbiaceae) en Zambie; Maghembe et al. (1994) pour de nombreuses autres espèces de la zone. Au Nigeria, c'est dans les années 70 que les recherches en la matière ont débuté. Ces recherches portent sur plusieurs espèces locales parmi lesquelles *Irvingia gabonensis* (Irvingiaceae), *Treculia africana* (Sterculiaceae), *Pterocarpus sp.* (Léguminosae Papilioideae), *Ceiba pentandra* (Bombacaceae) (Okafor 1971, 1973, 1975, 1977, 1978a., 1980, 1981a, 1990, 1991 ; Okafor et Okolo 1974). Dans ce pays, l'état avait même inclus dans le plan quinquennal de développement 1975-1980 un projet relatif à la domestication des espèces fruitières indigènes (Okafor 1980). Au Cameroun, l'Institut de Recherche Agronomique a initié un programme sur la domestication des arbres fruitiers indigènes tel *Ricinodendron heudelotii* (Shiemo et al. 1992). Au Gabon, l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET) en collaboration avec le Laboratoire d'Ecologie Tropicale (ECOTROP) mena des recherches sur de nombreuses espèces forestières dont *Irvingia gabonensis* à travers un programme d'Agroforesterie (Miquel et Hladik 1984; N'goye 1989; Bouroubou-Bouroubou 1994). En Côte d'Ivoire, l'Association Ivoirienne des Sciences Agronomiques (AISA) est aussi intéressée par la domestication des fruitiers sauvages et envisage de soutenir un programme de recherche en collaboration avec les instituts de recherche agronomique (Martin Kéa, Directeur de l'AISA 1994, comm. pers.).

### **1.3 La problématique de la domestication autour du Parc National de Taï**

La domestication est un processus qui aboutit à une augmentation quantitative et qualitative des ressources forestières dans une zone donnée. Pratiquée par les paysans au niveau du ménage ou de la communauté, la domestication est une stratégie d'aménagement forestier relatif, selon Wiersum (1993), à l'organisation et au contrôle de la mise en place, du maintien et de l'utilisation des forêts, des arbres et des ressources associées. Un tel aménagement, comme le souligne Oldeman (1992) préconise une utilisation variée de la forêt et accorde autant d'importance à la production de bois qu'aux autres produits car les espèces utilisées sont dites à usages multiples. Cependant, une utilisation multiple exige un écosystème multivalent, complexe et donc en partie imprévisible (Oldeman 1991, 1992b, Rossignol & al. 1998). Dans ce sens, la domestication paysanne des espèces forestières indigènes autour du Parc National de Taï, pourrait contribuer au maintien et à la reconstitution du couvert forestier dans le domaine agricole et être un élément de la stratégie de conservation à long terme du parc et de développement durable de sa zone périphérique (Vooren 1992).

### **1.3.1 Le Parc National de Taï**

Le Parc National de Taï, situé dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire, couvre une superficie de 454.000 ha (fig.1.1). Il est le plus grand parc vestige de forêt tropicale humide sempervirente originelle de l'Afrique de l'Ouest, selon Allport et al. (1994) loin devant le Sapo National Park au Liberia (131.000 ha) et la Réserve de la Biosphère du massif de Ziama en Guinée (116.000 ha). Du fait de sa grande diversité biologique, caractérisée par de nombreux endémismes floristiques et faunistiques (Guillaumet 1967; Allport et al. 1994), il a été érigé en Réserve de la Biosphère en 1978 et en Patrimoine Naturel de l'Humanité en 1984 par l'UNESCO. La sauvegarde de ce patrimoine mondial revêt un caractère de haute priorité en ce sens qu'il constitue un espace vital pour les grands mammifères et oiseaux menacés de disparition en Afrique (Allport et al. 1994; Lee et al. 1988). Par conséquent, le gouvernement ivoirien, en collaboration avec de nombreux organismes internationaux (UNESCO, la coopération allemande au développement, (GTZ) ; la fondation néerlandaise Tropenbos, le Fond Mondial pour la Nature (WWF); le Centre Suisse de Recherche Scientifique) et l'Université de Wageningen, Pays Bas, ne cessent de déployer des efforts dans et autour du parc pour assurer sa conservation à long terme (Vooren 1992).

### **1.3.2 La zone de recherche : la périphérie Ouest du Parc National de Taï**

#### *Localisation*

Les villages de Kéibly, Zaipobly, Gahably, Ponan, Daobly et Djiroutou dans lesquels nous avons conduit les recherches de terrain relèvent des sous-préfectures de Taï et Grabo. Ces deux sous-préfectures constituent ce que nous appelons dans cet ouvrage, "la périphérie Ouest" ou "l'Ouest" du Parc National de Taï. Cette zone (voir de Rouw et al. 1990) est une étroite bande de terre coincée entre la frontière du Liberia et deux types d'aires protégées : le Parc National de Taï à l'Est et la forêt classée du Cavally à l'Ouest (fig. 1.1).

#### *Climat*

Le climat est de type subéquatorial caractérisé par un régime pluviométrique bimodal. La saison sèche qui dure 4 mois (Novembre à Février) et une saison des pluies de Mars à Octobre avec une relative accalmie en Juillet et Août. Les précipitations moyennes annuelles varient de 1800 mm au nord à 2000 mm au sud. La température moyenne annuelle se situe entre 26°C et 27°C (Eldin 1971, Van Rompaey 1993, 1994). L'Harmattan, vent sec en provenance du Sahel, séjourne habituellement dans la zone pendant quelques jours entre Décembre et Janvier.

#### *Végétation*

Du point de vue de la phytogéographie, la région appartient au bloc occidental du centre d'endémisme floristique guinéo-congolais (White 1981). La végétation originelle est une forêt dense humide sempervirente à *Eremospatha macrocarpa* et

*Diospyros mannii* (Guillaumet 1967; Guillaumet et Adjanohoun 1971). La biodiversité floristique, notamment en ce qui concerne les espèces de grands arbres, décroît suivant un gradient Nord - Est vers le Sud-Ouest (Van Rompaey 1993).

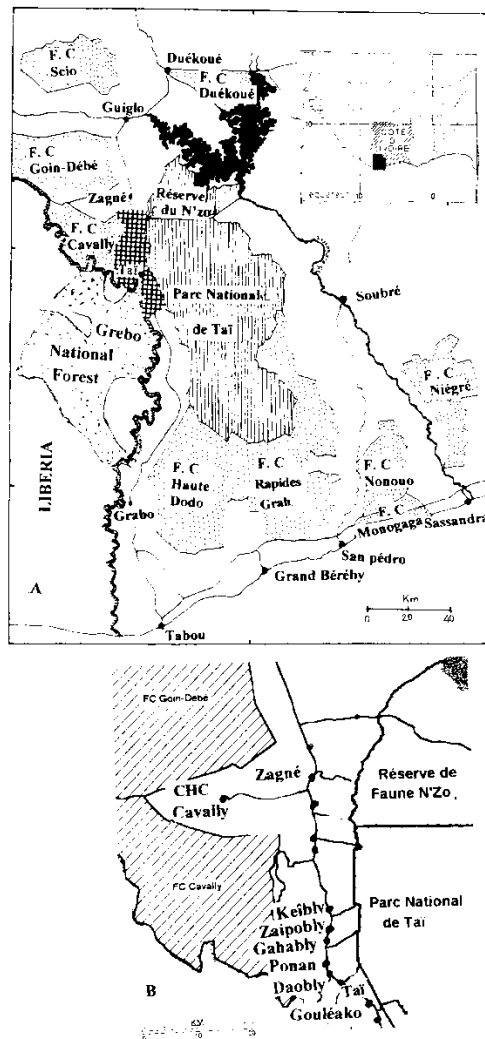


Figure 1.1 : Localisation de la zone d'étude dans le Sud - Ouest de la Côte d'Ivoire.  
 A: [checkered pattern] la zone de recherche, une étroite bande agricole coincée entre le Parc National de Taï et la Forêt classée du Cavally (F. C) et la frontière du Liberia.  
 B: Détails de la zone de recherche

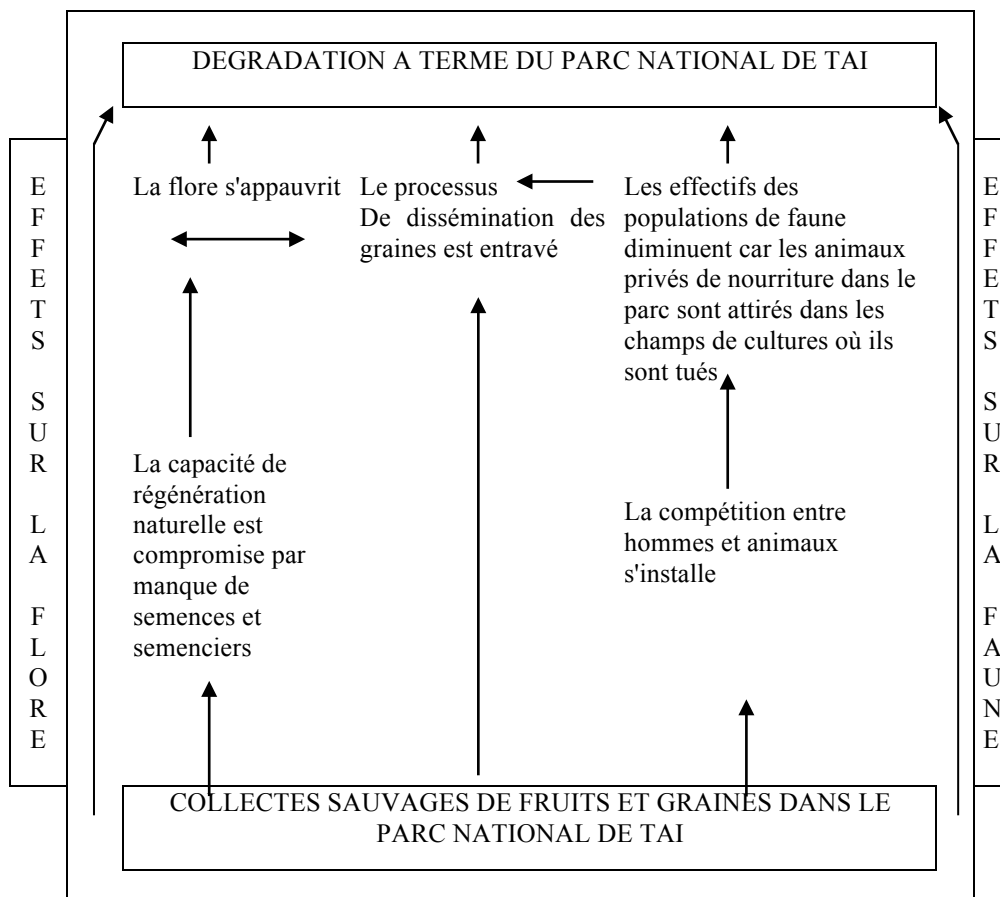


Figure 1.2. Schématisation générale du processus de dégradation potentielle du Parc National de Taï lié aux collectes sauvages des fruits et graines. Les collectes sont d'autant plus dévastatrices qu'elles sont sauvages parce que interdites par la loi. En effet, dans de telles conditions, les fruits et les graines au sol sont totalement ratissés ou les arbres producteurs sont abattus par les collecteurs (voir encadré 1.1)

### Relief et sols

L'érosion a modelé à partir de la pénéplaine migmatite du Précambrien un paysage onduleux avec des pentes convexes, faibles et des vallées étroites (de Rouw et al. 1990). Les altitudes s'élèvent d'environ 150 à 200 m au-dessus du niveau de la mer. Du point de vue pédologique, les sols sont de types ferralitiques fortement désaturés et remaniés (Perraud 1971) ou Ferric Acrisols (FAO 1988) sur granites et schistes. Ce sont des sols chimiquement appauvris et fortement gravillonnaires (de Rouw et al. 1990).



*Aspects démographiques et socio-économiques*

Les Guéré (ou Wê), les Oubi et les Kroumen sont les populations natives ou autochtones de la région. Ils représentent actuellement moins de 10 % de la population totale (Kientz 1992). La majorité des habitants sont des immigrants, essentiellement des Baoulés du centre de la Côte d'Ivoire et des Mossi du Burkina Faso. Dès la fin de 1989, des réfugiés de guerre libériens ont été accueillis dans la région; leur rapatriement est actuellement envisagé.

**1.3.3 La domestication : une stratégie vitale dans l'aménagement de la zone périphérique pour une conservation à long terme du Parc National de Taï et des autres aires protégées de la région**

L'absence de mesures appropriées pour le maintien et l'utilisation durable de la diversité biologique dans le domaine agricole périphérique du Parc National de Taï pourrait être lourde de conséquences pour sa conservation à long terme. En effet, selon le bilan forestier de 1990 (DCGTx 1993), le taux moyen de boisement pour la région du Sud-Ouest s'élève à 35 % contre 14 % pour l'ensemble de la zone forestière ivoirienne soit 2,5 fois plus que la moyenne nationale. Au sein de cette région, les départements de Guiglo et Tabou à l'Ouest du Parc National de Taï, dont relèvent les sous-préfectures de Taï et Grabo ont respectivement des taux de boisement de 46 % et 57 % (tableau 1.3). Mais les espaces boisés du Sud - Ouest ne sont pour l'essentiel que des forêts du Domaine forestier Permanent de l'Etat; autrement dit des aires protégées que sont le Parc National de Taï, la Réserve du N'zo, et les forêts classées de la région (tableau 1.1 et fig. 1.1). Les impératifs de conservation du Parc National de Taï et de gestion durable des forêts classées interdisent tout accès de ces massifs forestiers aux populations riveraines pour des prélèvements de produits forestiers même à petite biomasse. Mais l'interdiction pure et simple ne peut garantir à elle seule la conservation de ces massifs. Elle doit s'accompagner d'une série de mesures riveraines (Steinhauer-Burkart et Schaeffer 1992; Von Fürstenberg et Bertrand, 1992) allant de la stabilisation, l'intensification et la diversification de l'agriculture à l'agroforesterie. Le volet agroforestier dans la gestion de la biodiversité dans le domaine agricole, est d'autant plus urgent à mettre en œuvre que :

- d'une part, l'épuisement des ressources forestières dans le domaine agricole va en s'accroissant (fig.1.3); ceci expose le Parc National de Taï et les forêts classées à davantage d'agressions de la part des populations riveraines pour les besoins en produits forestiers qu'ils soient bois ou autres. De telles agressions, réelles (voir encadré 1.1) ou potentielles, peuvent engendrer à plus ou moins long terme la dégradation de ce riche patrimoine (fig. 1.2) ;
- d'autre part, la juxtaposition directe du Parc National de Taï avec les plantations paysannes crée déjà d'énormes conflits entre la conservation et le développement rural. En effet, les animaux du Parc, chimpanzés et singes, sont friands des cabosses de cacao et des graines du palmier à huile. Ils sont donc attirés en dehors du parc par ces cultures et sont systématiquement abattus par

les propriétaires des champs. En soutenant et encourageant les paysans à remplacer les plantations vieillissantes en bordure du Parc par des espaces forestiers mis en place et gérés par eux-mêmes on réduira, par cette mesure riveraine le nombre de conflits de ce genre. Mais certains diront que planter des arbres forestiers fruitiers en bordure du parc ne résoudra pas les conflits avec les animaux car ceux-ci peuvent être attirés par les fruits de ces arbres. Quoi qu'il en soit, nous convenons avec Radl (Conseiller technique GTZ / PACPNT 1997 comm. pers.) que la maturité tardive des arbres forestiers, 10 à 15 ans avant qu'ils n'entrent en production contre 3 à 4 ans pour les caféiers, cacaoyers et palmiers à huile, constitue une sorte de répit permettant aux effectifs de population de faune à l'intérieur du parc de se reconstituer. En effet, les animaux n'ayant plus rien à consommer sur les bordures du parc resteront à l'intérieur, dans l'espace protégé où ils se contenteront des ressources disponibles.

#### **1.3.4 La domestication : un moyen de contribuer à la reconstitution du couvert forestier et au maintien de la biodiversité dans le domaine agricole**

La périphérie Ouest du Parc National de Taï n'a pas été épargnée par les mouvements de populations (immigrations, forts taux de natalité) qui sont une cause importante de la déforestation dans le pays. En effet, le nombre d'habitants de la sous-préfecture de Taï a été multiplié par 17 en 20 ans, passant de 3288 habitants en 1971 à 57087 habitants en 1991 (Bonnéhin 1991; de Rouw 1991). Cette poussée démographique ne va pas sans conséquence néfaste pour la forêt. L'augmentation du taux d'occupation des terres qui en résulte a engendré aussi bien une fragmentation qu'une dégradation continue du couvert forestier depuis 1974 environ. Ainsi donc, l'évolution du couvert forestier en dehors des aires protégées et celle du nombre d'habitants dans la région suivent des courbes contraires (fig. 1.3). Une analyse spatiale de la fragmentation forestière, réalisée à partir des images satellites de 1990, (Châtelain et al. 1996) a permis de dénombrer sur une bande de 36 x 27 km au sud du village de Zagné dans la sous-préfecture de Taï, 984 fragments de forêts dont la superficie ne dépasse guère 2 ha dans trois cas sur quatre (tableau 1.2). Ces îlots de forêts résiduels sont soit des forêts communautaires villageoises, des espaces sacrés (cimetières), des marges forestières marquant les limites des parcelles agricoles appartenant à différents paysans, soit des formations secondaires, des jachères. Quel que soit leur statut, ces fragments de forêt ont tous été parcourus par l'exploitation forestière. Par conséquent, ils sont tous appauvris en grands arbres, qui comme le Makoré, produisent des fruits et des graines pour les populations locales et des semences pour la régénération naturelle. La pression de l'exploitation forestière sur ces îlots demeure toujours importante. En effet, le classement du département de Guiglo comme premier producteur de grumes du pays avec 13,5 % du volume total produit en 1990 (DCGTx 1993) témoigne de cette pression intense.

La domestication paysanne des espèces forestières locales, si elle est soutenue et appuyée, peut permettre l'enrichissement de ces fragments de forêt, une réelle mise en valeur forestière, par les paysans qui les possèdent. Cela conduira à la création à terme de nouveaux espaces forestiers, les forêts de l'espoir comme le dit Küchli (1997).

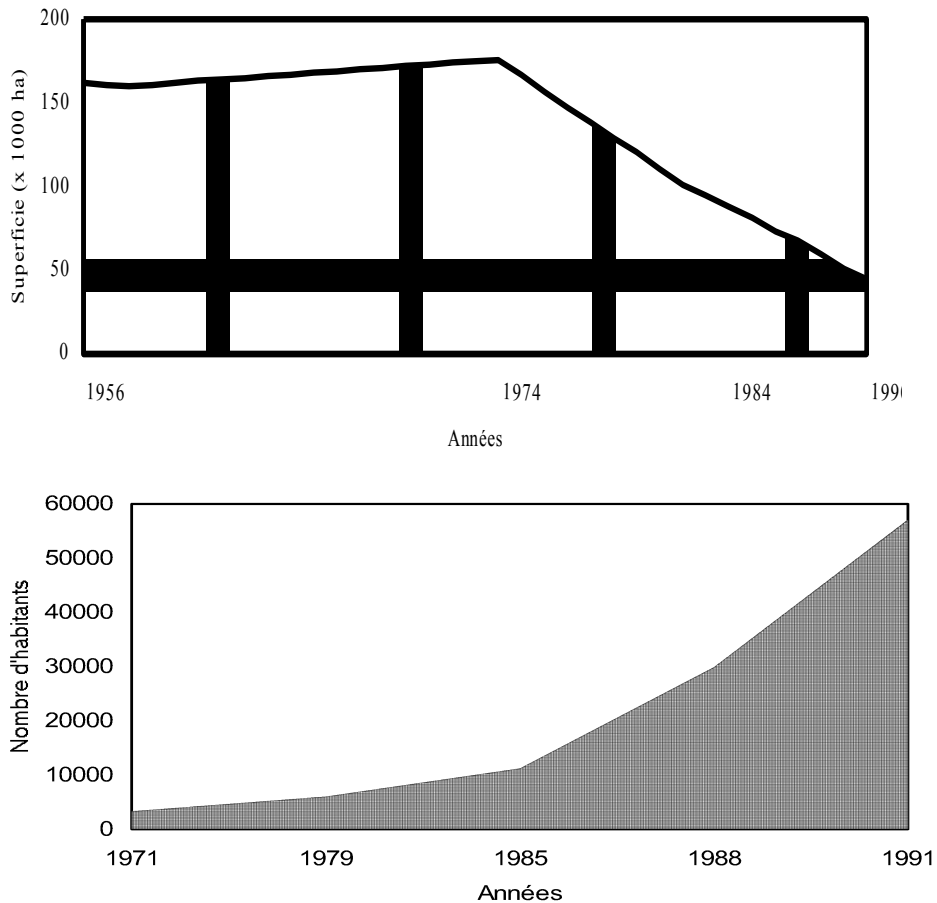


Figure 1.3 : Evolution comparée de la croissance démographique et de la déforestation dans la région de Taï. En haut, évolution du couvert forestier dans le domaine rural entre Guiglo et Taï de 1956 à 1990 (modifié d'après Châtelain et al. 1996); en bas, évolution de la population de la sous-préfecture de Taï de 1971 à 1991 (d'après les données de Bonnèhin 1991 et de Rouw 1991)

Tableau 1.1 : Répartition du taux de boisement dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. (DCGTx 1993). Les 16 % de taux de boisement du domaine rural de Tabou doivent être considérés avec beaucoup de précaution. De vastes espaces forestiers y sont concédés aux sociétés agro-industrielles et voués aux défrichements mécaniques pour l'installation des plantations industrielles de palmier à huile et d'hévéa, qui comme systèmes vivants n'ont rien à voir avec la forêt.

<b>Taux de boisement par rapport à la superficie totale (en %)</b>					
<b>Département</b>	<b>Superficie (en km<sup>2</sup>)</b>	<b>Domaine Forestier Permanent de l'Etat</b>		<b>Domaine agricole</b>	<b>Total</b>
		<b>Forêts Classées</b>	<b>Parcs et Réserve</b>		
		Guiglo	11192		
Tabou	5912	24	17	16	57
San Pédro	6910	15	11	1	26
Soubré	8372	1	12	0	13
Moyenne		15	15	5	35

Tableau 1.2 : Répartition selon la superficie des fragments de forêt recensés à partir d'une image satellite de 1990 sur une bande de 36 x 27 km au sud du village de Zagné, Nord de la sous-préfecture de Taï (Châtelain et al. 1996). Seulement 4 % de la superficie de la bande d'image est encore sous forêt (soit 4187 ha sur 97000 ha).

<b>Classes de superficie (ha)</b>	<b>Fragments de forêt</b>		<b>Superficie totale par classe</b>	
	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
0.1-0.5	435	44	91	2
0.5-1	175	18	127	3
1-2	126	13	191	5
2-4	91	9	262	6
4-10	83	8	521	12
> 10	74	6	2995	72
Total	984	100	4187	100

#### **1.4 Objectifs et cadre de la recherche**

La domestication des plantes forestières ligneuses est un processus complexe et global en ce sens qu'il englobe à la fois les aspects biologiques, écologiques et économiques des espèces concernées ainsi que la situation socio-économique du paysan qui s'engage dans ce processus (fig. 1.4). Dès lors, il est important :

- d'analyser tous ces aspects pour pouvoir sélectionner les espèces et savoir si l'environnement local se prête oui ou non à la domestication, au moins pour les espèces sélectionnées;
- de vérifier si la conception paysanne de la domestication peut être adoptée oui ou non en tant qu'alternative à la déforestation, comme moyen pour favoriser l'agroforesterie. L'agroforesterie pourrait alors être proposée comme un élément de la stratégie de conservation à long terme du Parc National de Taï.

Notre étude a été effectuée de 1992 à 1995 dans le cadre des activités de l'Université Wageningen (WAU) en Côte d'Ivoire. Cette Université a conduit de nombreuses recherches en Côte d'Ivoire depuis environ 50 ans. Ces recherches ont été effectuées soit en collaboration avec d'autres instituts notamment avec l'ORSTOM dans le cadre du "Projet Tai" du Programme sur l'Homme et la Biosphère "MAB-UNESCO" (voir Guillaumet et al. 1984); puis à travers son propre programme de recherche : "Analyse et mise au point de systèmes d'utilisation des terres dans la région de Tai". Ces recherches concernent les domaines de l'agronomie (Budelman 1991 ; Slaats 1995 ; van Reuler 1996), de la malherbologie (de Rouw 1991) de la foresterie (Vooren 1979, 1992 ; Van Rompaey 1993) des systèmes d'utilisation des terres (de Rouw et al. 1990), de la santé humaine, (Docters van Leeuwen et al. 1990, 1992), de l'hydrologie et cycles géochimiques (Stoorvogel 1992), de l'utilisation des produits forestiers non ligneux (van der Put 1990 ; Bonnèhin 1991, 1992) de la télédétection (Schmidt 1994). En 1996, le Département de Taxonomie de WAU a lancé "Ecosyn" (Ecological Synthesis) un projet de recherche en biodiversité végétale mené en partenariat avec l'Université Ivoirienne de Cocody. Toutes ces recherches visent la conservation à long terme du Parc National de Tai et l'utilisation durable des terres dans la zone périphérique ainsi que la gestion durable des forêts classées.

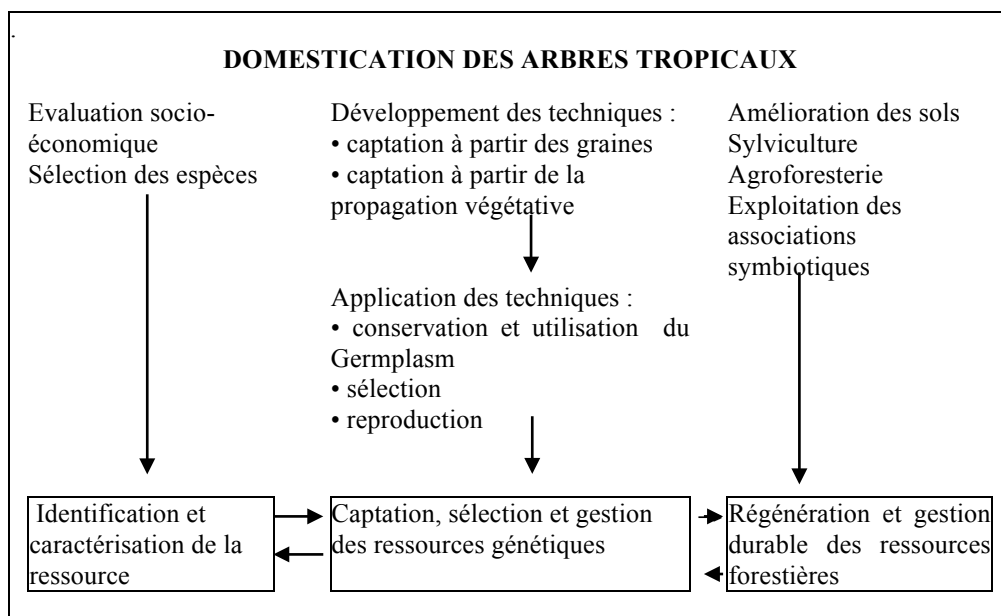


Figure 1.4 : Les différentes étapes de la domestication des arbres tropicaux d'après Leakey et Newton 1994.

### **1.5 Méthodes d'approche : priorité à la recherche-action et à la participation active des paysans**

Dès le début et tout au long de cette recherche, j'ai opté pour la recherche action ou recherche au champ qui privilégie l'approche participative (Werner 1993).

En effet, les paysans ont été les moteurs et les principaux artisans dans la quête de solutions aux questions de recherche, identifiées par eux-mêmes. Nous n'avons que facilité le processus de recherche. En effet, mon attitude a été tout au long de la recherche, d'observer, écouter, interroger les paysans et d'agir de concert avec eux, dans leur milieu. Ainsi donc, nous avons eu recours, selon la question de recherche abordée, à plusieurs méthodes d'approche :

- l'observation directe en participant aux activités quotidiennes des paysans (Casley et Kumar 1988) ;
- l'interview informelle individuelle ou de groupe (Rhoades 1982) combinée à des enquêtes formelles ;
- l'expérimentation en milieux paysans et les mesures aux champs.

Interviews et enquêtes ont été utilisées afin d'évaluer les besoins des paysans, leur intérêt pour la domestication et choisir les espèces à étudier. Les expérimentations concernent les essais de germination et de multiplication végétative. Après transplantation des plantules dans leurs champs, toutes les mesures et observations relatives à la croissance et au développement de ces plantules ont été effectuées avec chaque paysan concerné.

### **1.6 Le plan du livre**

Le présent chapitre circonscrit notre concept de la domestication, situe le contexte de la recherche et décrit la démarche méthodologique. Dans le chapitre 2, nous présentons les espèces étudiées et les raisons ayant guidé leur choix. La domestication, que nous avons envisagée en tant qu'action de cultiver des espèces sauvages, commence par la duplication ou multiplication, à partir de graines ou tout autre matériel végétal, des arbres d'espèces choisies. Le développement au champ des plants obtenus est un indicateur pour déterminer si le processus est en bonne voie. Ces deux étapes de la domestication que sont la propagation des espèces et les comportements des plants cultivés sont discutés respectivement dans les chapitres 3 et 5 du présent ouvrage. Le chapitre 4 est une analyse des réponses paysannes face à la domestication des espèces étudiées et des facteurs qui déterminent ces réponses. Le chapitre 6 fait la synthèse de notre recherche et discute des perspectives futures pour la domestication des espèces forestières locales autour du Parc National de Taï.

**Encadré 1.1 :** Les collectes sauvages de fruits et graines, une menace pour la sauvegarde du Parc National de Taï. Quatre exemples réels tous liés à la collecte de fruits et graines sont présentés ci-dessous pour illustrer comment s'expriment les pressions sur le Parc National de Taï et les forêts classées dans la région. Cela fait 12 ans que j'ai découvert le Parc National de Taï et sa zone périphérique. Au cours de ces 12 années marquées de séjours fréquents et réguliers dans les villages autour du parc, j'ai eu l'occasion d'être informée ou d'être le témoin de certains faits qui portent atteinte à sa sauvegarde. J'en donne un aperçu ici non pas pour blâmer l'acte de collecte en soi mais pour illustrer son caractère sauvage et destructif parce qu'interdit par l'administration.

**Encadré 1.1a : *Coula edulis* : comment une augmentation de la demande en graines peut conduire à une pression sur le parc**

• 1989 - 90 fut une mauvaise saison de fructification pour *Coula edulis*. Pour les besoins de leurs recherches, des chercheurs travaillant dans le Parc National de Taï pour étudier le comportement du chimpanzé décident alors d'acheter sur les marchés locaux des graines de *C. edulis* pour compenser la faible disponibilité dans le parc. Un nouveau débouché commercial venait de s'ouvrir ; de nombreux villageois se ruèrent alors vers la collecte de graines. Dans un premier temps, les chercheurs furent contents de trouver des graines en quantité suffisante pour suivre leur protocole de recherche. Mais après trois semaines, ils durent désenchanter car ils constatèrent que les graines qu'ils achetaient provenaient aussi du parc. Leurs parcelles de recherche avaient même été toutes ratisées. Les graines qu'ils mettaient pour les animaux avaient été récupérées par les hommes.

• 9 Février 1991, accompagnée de Lambert et Fabrice, deux jeunes garçons du village, je pars à la découverte de la Forêt Classée du Cavally. Après environ deux heures de marche dans la forêt, nous rencontrons un groupe de collecteurs de graines de *C. edulis*. C'était un groupe de 9 personnes (3 femmes, 2 hommes et 4 enfants). L'un des hommes portait un fusil, soit disant, par mesure de sécurité: les rebelles de la guerre du Liberia se réfugient dans cette forêt (et puis, après tout, on peut aussi par hasard rencontrer du gibier). Ils ont l'habitude de faire ce genre d'expédition, pour répondre à des commandes de commerçantes venant de Guiglo (ville voisine).

**Encadré 1.1b : *Ricinodendron heudelotii* : quand la peur de la répression conduit à la catastrophe.**

Akpi, ce sont les petites amandes des graines de *R. heudelotii* utilisées comme condiment et épice pour sauces dans toute l'Afrique occidentale (Gautier-Beguïn, 1992, p.206). Elles sont commercialisées toute l'année sur les marchés.

Au mois d'août 1994, deux femmes d'un village riverain du Parc font abattre à l'intérieur du parc des arbres de *R. heudelotii* porteurs de fruits. L'abattage a été effectué par des hommes qu'elles ont payés. Ces femmes ont agi ainsi parce qu'elles voulaient éviter de se rendre plusieurs fois de suite dans le Parc pour ramasser les fruits au sol. Car en se rendant plusieurs fois de suite dans le Parc il y avait de fortes chances qu'elles soient prises par les agents chargés de la surveillance du parc. Elles ont donc choisi la semaine où elles sont sûres qu'il n'y aura pas de patrouilles de surveillance dans le secteur pour commettre leurs actes.

**Encadré 1.1c : *Tieghemella heckelii* : même pour l'autoconsommation, la pression sur le Parc National de Taï est réelle.**

Un jour, de passage dans un village de la zone, je trouve des graines de Makoré mises à sécher. Je rencontre la propriétaire et toute heureuse j'engage la discussion :

- Oh c'est bien! Vous avez un arbre de Makoré en fruits actuellement. Je suis intéressée par les

graines fraîches pour établir une pépinière.

La dame me répond :

- L'arbre en fruit se trouve loin du village, dans mon campement.

Je réplique :

- Peu importe la distance, je voudrais y aller avec vous.

La dame poursuit :

- Je n'irai pas cette semaine au campement.

Et j'ajoute :

- Mais un de vos enfants ne pourrait pas m'y accompagner ?

- Je ne sais pas, dit la dame visiblement ennuyée, je ne vois personne d'entre eux dans les environs maintenant.

- D'accord, je repasse ce soir quand ils seront là et nous en discuterons, dis - je pour clore la discussion.

Au moment de partir, l'une de ses filles sort de la maison et décide de m'accompagner. Sur le chemin, elle me dit :

- Léonie, inutile d'insister. Ma mère n'est pas en mesure de procurer des graines fraîches de Makoré. Celles que tu as vues au soleil proviennent de la forêt des blancs (entendez le Parc National de Taï).



## **2. LES ESPECES ETUDIEES : L'ATTIA (COULA EDULIS) ET LE MAKORE (TIEGHEMELLA HECKELII)**

Attia et Makoré sont les noms communs de *Coula edulis* Baill. (Olacaceae) et de *Tieghemella heckelii* Pierre ex A. Chev., (Sapotaceae). Dans le texte, nous utilisons indifféremment les termes d'Attia ou *C. edulis*, de Makoré ou *T. heckelii* pour désigner ces espèces.

### **2.1 Justification du choix : contexte environnemental de la zone d'étude, contraintes biologiques et conjoncturelles relatives à la propagation des deux espèces**

La végétation naturelle du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire offre aux populations locales de nombreuses espèces utiles de formes herbacées, ligneuses ou lianescentes, ainsi que d'arbres, qui produisent des fruits, graines, écorces, feuilles et bois (Téhé 1980 et 1988; Bognon 1988; Aké Assi 1992). Mais dès le départ, nous avons décidé d'orienter notre recherche sur des espèces forestières arborescentes et fruitières. Les espèces arborescentes ont retenu notre attention pour les raisons suivantes :

- même si l'arbre ne doit pas cacher la forêt, il n'en demeure pas moins l'élément principal. Et dans un contexte de déforestation comme celui du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire (Léna 1978, 1979), ce sont les arbres qui disparaissent en premier du paysage végétal. Soutenir la réintroduction et le maintien des arbres d'espèces locales dans le paysage agricole est une manière de conserver la biodiversité et de promouvoir son utilisation de façon durable.
- cultiver des arbres forestiers, c'est s'engager dans un processus à long terme, investir dans la durée ; il paraît donc important de savoir comment l'investissement de ce capital, que constituent la terre et la force de travail à consacrer à ces arbres durant longtemps pour la mise en culture et l'entretien, peut être perçu et justifié par les paysans. Ceci est d'ailleurs l'un des problèmes centraux du "développement soutenu" des conférences internationales sur l'environnement, p. ex. UNCED (Rio 1992) et son agenda 21.

Parmi les nombreuses espèces forestières arborescentes et fruitières utilisées dans la région (tableau 2.1), nous avons retenu l'Attia et le Makoré. Ces deux espèces sont l'une et l'autre aux antipodes du classement préférentiel des paysans pour les espèces à domestiquer (tableau 2.2). Mais les difficultés relatives à leur propagation, évoquées au cours des interviews informelles et enquêtes que nous avons menées sur le terrain, justifient notre choix pour ces deux espèces.

Tableau 2.1 : Liste de quelques espèces arborescentes fruitières utilisées par les populations riveraines du Parc national de Taï. Am : = amande; Ar : = arille; Fr : = fruit entier; Gr : =

graine; Pu : = pulpe. xxx = usage très répandu; xx = usage répandu; x = usage limité; nd = non déterminé. L'usage est jugé très répandu lorsque les produits de l'espèce concernée ont été observés sur plusieurs marchés locaux et régionaux durant une partie ou toute l'année; il est répandu lorsque les produits sont utilisés pour l'autoconsommation par plusieurs ménages dans plus de deux villages; il est limité quand ce sont quelques ménages / individus dans un seul village qui ont utilisé les produits pendant la période de la recherche.

Espèces	Noms locaux	Parties utilisées	Usages	Niveau d'utilisation
<i>Beilschmiedia bitei</i>	Biteitu, bilètu	Fr	Sauce	xxx
<i>Beilschmiedia mannii</i>	Sranbêhê	Fr	"	xxx
<i>Bussea occidentalis</i>	Massêhêtu	Fr	Sel	x
<i>Calpocalyx aubrevillei</i>	Mantu	Fr	Collation*	xx
<i>Carpolobia lutens</i>	Plientu	Pu	"	xxx
<i>Cola nitida</i>	Yiètu	Gr	Stimulant	xxx
<i>Cola caricaefolia</i>	Nd	Pu	Collation	xx
<i>Coula edulis</i>	Sratu, hôatu, attia	Am	"	xxx
<i>Dacryodes klaineana</i>	Zumatu	Pu	"	xxx
<i>Dialium aubrevillei</i>	Gofinitu	Pu	"	xxx
<i>Dialium dinglagei</i>	Sèmlintu,	Pu	"	xxx
<i>Diospyros chevalieri</i>	Klatu	Pu	"	x
<i>Fagara macrophylla</i>	Gbohutu	Gr	Huile	x
<i>Garcinia cola</i>	Djarutu	Am	Stimulant	xxx
<i>Heisteria parvifolia</i>	Kuladaétu	Gr	Collation	xx
<i>Heritiera utilis</i>	Kulakohitu, djantu	Am	Sauce, collation	xx
<i>Irvingia gabonensis</i>	Kpletu; kakru	Am	"	xxx
<i>Maesobotrya barteri</i>	Zahalohutu	Fr	Collation	xxx
<i>Mammea africana</i>	Nd	Pu	"	x
<i>Myrianthus arboreus</i>	Tebotu,	Pu	"	xxx
<i>Parkia bicolor</i>	Pohotu	Pu	"	xxx
<i>Penthacllethra macrophylla</i>	Djôhotu	Gr	Sauce	x
<i>Pterocarpus soyauxi</i>	Niminkohintu	Am	Collation	x
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Kohotu, akpi	Am	Sauce	xxx
<i>Tieghemella heckelii</i>	Djulutu, makoré	Am	Beurre	x
<i>Treculia africana</i>	Yrutu	Gr, Ar	Sauce	x
<i>Trichoscypha arborea</i>	Narotu	Pu	Collation	Xxx
<i>Uapaca esculenta</i>	Nd	Pu	"	X
<i>Xylopiya aethiopica</i>	Kulabêhêtu	Fr	Médicinal	Xxx

### ***L'Attia***

C'est l'une des espèces fruitières dont l'utilisation est très répandue dans la zone d'étude (tableau 2.1). C'est aussi celle qui paradoxalement retient le moins d'attention pour la domestication (tableau 2.2). Pour expliquer ce paradoxe, on pourrait penser que l'espèce est encore abondante dans le domaine agricole; mais cela est loin d'être le cas. Il est certes vrai que l'on rencontre encore quelques vieux pieds de *C. edulis* dans les vieilles plantations de café en raison de 1 à 2 arbres par champ (N = 32 plantations). Cependant, les plantations de cacao, d'hévéa et de

palmier à huile qui prédominent dans la région et occupent l'essentiel du domaine agricole (AHT 1996) en sont quasiment dépourvues. Pour les deux dernières cultures, la vulgarisation est de type filière et les sociétés d'encadrement, selon les notions anciennes de cultures monospécifiques, excluent leur mélange avec toute autre plante "pouvant leur faire de la compétition pour les nutriments". De plus dans le cas du cacao, les principaux planteurs sont des immigrants dont les pratiques culturales ont été néfastes aux arbres forestiers qu'ils brûlaient sur pied avant de planter le cacao (de Rouw 1979, 1987). En fait, la véritable raison de ce paradoxe tient à ce qu'aucun des paysans interviewés n'a vu de sa vie une graine d'Attia germer. Ils ont tous avoué qu'il était impossible de domestiquer l'Attia car ils n'ont jamais vu une plantule de cette espèce en forêt ; ils se demandent si l'espèce ne va pas disparaître un jour suite au vieillissement des arbres actuels. Ainsi donc, les paysans venaient d'identifier la germination des graines de *C. edulis* ou tout simplement la propagation de l'espèce comme un obstacle à sa domestication.

### ***Le Makoré***

C'est l'espèce reine, celle que la majorité des paysans veulent domestiquer (tableau 2.2) bien qu'elle soit très peu utilisée actuellement (tableau 2.1). Les difficultés d'accès à cette ressource forestière expliquent le grand intérêt des paysans pour sa domestication. Ceci confirme le fait, déjà rencontré au Cameroun par Faure et Vivien (1980), que les paysans accordent plus d'attention aux ressources forestières dont l'offre diminue parce que leur accès devient difficile. En effet, selon les paysans, les chances de se procurer des graines de Makoré, en dehors du Parc National de Taï, sont très limitées. Les arbres matures, producteurs de graines qui se trouvaient dans le domaine agricole, ont été abattus par les exploitants forestiers pour leur bois tandis que l'accès au parc est strictement interdit aussi aux paysans.

Le manque de semences a donc été identifié par les paysans comme un problème pour la domestication de cette espèce.

Le contexte de dégradation de l'écosystème forestier régional, combiné aux problèmes biologiques et conjoncturel de disponibilité de plantules de *C. edulis* et de graines de Makoré justifient donc le choix des paysans et du chercheur pour ces espèces. Une fois les espèces choisies, il appartient au chercheur d'analyser avec les paysans les questions soulevées en vue d'identifier de façon participative des solutions.

## **2.2 Aperçus biologiques et écologiques**

*Coula edulis* Baill. (Olacaceae) et *Tieghemella heckelii* Pierre ex A. Chev. (Sapotaceae) sont deux espèces arborescentes de la forêt tropicale humide d'Afrique de l'Ouest et Centrale. Elles appartiennent, selon la définition de White (1981), à la phytochorie du domaine guinéo-congolais (fig. 2.1)

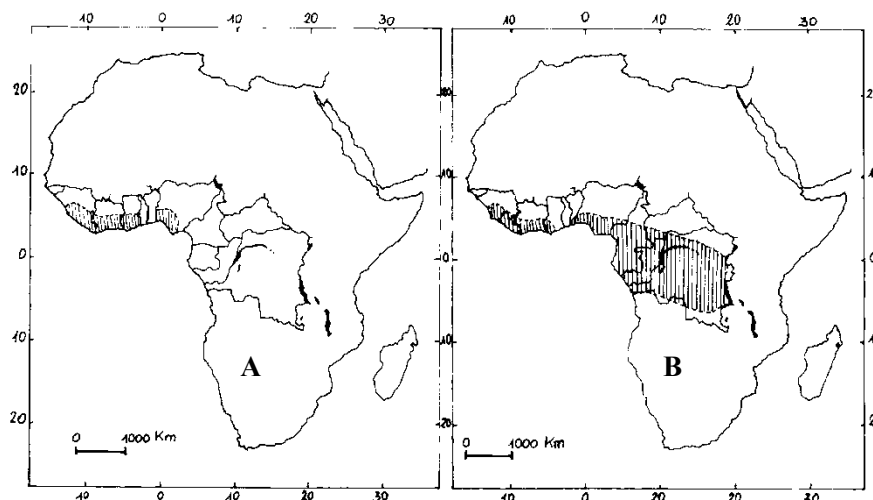


Figure 2.1 : Aires de répartition de *Tieghemella heckelii* Pierre ex A. Chev., Sapotaceae (A) et de *Coula edulis* Baill., Olacaceae (B)

### ***Coula edulis***

*Coula* est un genre monospécifique proche du genre *Ochanostachys* d'Asie tropicale et *Minquartia* d'Amérique du Sud (Keay et al. 1964; Voorhoeve 1965; Baas et al. 1982). L'espèce *Coula edulis* Baill. décrite par Baillon 1986 (syn : *Coula cabrae* Wildem et Th. Dur; *Coula utilis* S. Moore) se rencontre depuis la Sierra Leone jusqu'au Congo Démocratique (fig. 2.1). Arbre moyen (diamètre jusqu'à 80 cm, hauteur jusqu'à 30 m) et bas branchu des étages inférieurs (Aubréville 1959), *Coula edulis* a une nette préférence pour les habitats très humides des forêts sempervirentes humides de basse altitude (Kunkel 1965). Mais il se rencontre aussi dans des zones montagneuses à fortes précipitations (Adams 1983). *C. edulis* est une espèce dont les arbres se développent selon le modèle architectural de ROUX (Hallé et Oldeman 1970). La phénologie se caractérise par une floraison de Janvier à Avril et de Juin à Août (Aubréville 1959) et une fructification de Décembre à Mars (Alexandre 1980). Le fruit est une drupe ellipsoïde de 3 à 4 cm de diamètre (fig. 2.3).

Tableau 2.2 : Espèces proposées par les paysans pour la domestication autour du Parc National de Tai

Noms scientifiques ou communs	Noms locaux	Nombre de fois que l'espèce a été citée. (N = 53 personnes interrogées)
<i>Tieghemella heckelii</i> = Makoré	Djulutu ou djuhutu	43
<i>Beilschmiedia</i> spp	Bilètu, Sranbêhêtu	24
<i>Irvingia gabonensis</i>	Kpletu, sioko, kakru	19
<i>Coula edulis</i> = Attia	Sratu, ouatu, bété tiga	9
<i>Calpocalyx aubrevillei</i>	Mantu	1



Figure 2.2 : Makoré (*Tieghemella heckelii* Pierre ex A. Chev., Sapotaceae) 1 : Rameau avec feuilles et fleurs (x 1/2); 2 : Fleur (x 2); 3 : Fruit (x 1/2); 4 : Graine (x 1/2); 5 : Amande (x.1/2). (Anonyme 1955)



Figure 2.3 : Attia (*Coula edulis*. Baill., Olacaceae) 1 : Rameau avec feuilles et inflorescences (x $\frac{1}{2}$ ); 2 : Fleur ouverte (x 5); 3 : Fruit (x  $\frac{1}{2}$ ); 4 : Noix (x  $\frac{1}{2}$ ) (Voorhoeve 1965)

### ***Tieghemella heckelii***

Le genre *Tieghemella* compte deux espèces : *T. heckelii* Pierre (syn : *Dumoria heckelii*; *Mimusops heckelii*; *T. heckeliana* Pierre ex Dubard) dont l'aire de répartition (fig 2.1) s'étend de la Sierra Leone au Sud-Ouest du Nigeria (Hutchinson et Dalziel 1963) et *T. africana* (Syn : *Dumoria africana*; *Mimusops africana*; *Mimusops djave*) que l'on rencontre depuis l'Est du Nigeria jusqu'au Gabon. Voorhoeve (1965) a constaté que la description taxonomique de Chevalier (1907) n'était pas valide ce qui rend le nom de *Dumoria heckelii* de Chevalier (1908) le premier nom valide de l'espèce. Depuis Hutchinson et Dalziel (1958), *Dumoria* est considérée comme synonyme de *Tieghemella* et le nom de l'espèce redevient *Tieghemella Heckelii*. Il semble que les différences entre *T. heckelii* et *T. africana* soient minimales et des recherches sont en cours au département de Phytotaxonomie de l'Université de Wageningen pour voir s'il s'agit d'une seule espèce (Van Rompaey et Breteler 1999. Comm. pers.) *T. heckelii* est un émergent, l'un des plus grands et des plus gros arbres de la forêt avec une hauteur jusqu'à 55 m et un diamètre jusqu'à 250 cm (Taylor 1960; fig. 2.7). L'arbre se développe conformément au modèle architectural d'AUBRÉVILLE caractérisé par un tronc monopodial à croissance verticale rythmique avec étages de branches plagiotropes

par apposition (Hallé et Oldeman 1970), c'est - à - dire, articulées par des articles horizontaux à la base et verticaux aux extrémités qui, ensemble, forment des sympodes. C'est une espèce caractéristique de la forêt dense humide sempervirente qui peut parfois remonter jusque dans les forêts humides semi-décidues (Aubréville 1959; Taylor 1960; Van Rompaey 1993 ; Hawthorne 1995, fig. 2.7). La phénologie de l'espèce est marquée par une floraison de Janvier à Juin et une fructification d'Août à Mars. Le fruit (fig. 2.2) est une drupe ovoïde de 8 à 10 cm de diamètre, jaune verdâtre à maturité; il contient une à trois grosses graines sans albumen, entourées d'une pulpe jaune abricot; la graine est constituée de deux larges cotylédons oléagineux (amande ou endosperme) et d'une coque épaisse (endocarpe) ; une partie longitudinale de la coque est luisante et l'autre partie est une large cicatrice placentaire, mate et rugueuse (Anonyme, 1955)

## **2.3 Les multiples usages de l'Attia et du Makoré**

Les fruits et graines ainsi que les écorces, les feuilles et le bois de *C. edulis* et *T. heckelii* sont diversement utilisés par de nombreuses populations d'Afrique de l'Ouest et Centrale. Nous donnons dans ce paragraphe un bref aperçu de ces différents usages.

### **2.3.1 Les usages alimentaires.**

#### *L'alimentation humaine*

Les graines de *Coula edulis*, communément appelées noisettes d'Afrique, contiennent une amande qui se consomme crue ou grillée en collation. Au Gabon, on en extrait une huile alimentaire (Walker et Sillans 1961). Ces graines sont commercialisées sur de nombreux marchés locaux : au Congo et au Cameroun sous le nom de "kumen" ou "kumini" (Schnell 1957); au Liberia elles constituent selon Voorhoeve (1965) "an important article in the local trade", comme au Ghana (Abbiw 1990) et en Côte d'Ivoire (van der Put 1990; Bonnéhin 1992 ; figure 2.4).

Les amandes sèches de Makoré renferment 40 à 50 % de matière grasse (Busson 1965 ; Cassagne 1966). Grillées, elles donnent une matière grasse alimentaire appelée beurre de Makoré (fig. 2.5). De composition biochimique sensiblement proche du beurre de karité (Busson 1965), le beurre de Makoré, a été qualifié par Cassagne (1966) de "graisse végétale très intéressante pour l'alimentation ...".

Dans de nombreuses régions du Ghana (Dalziel 1937), du Liberia (Voorhoeve 1965) et de Côte d'Ivoire (tableau 2.3), les populations locales préfèrent le goût du beurre de Makoré, très légèrement aromatique selon Cassagne (1966), à celui des autres matières grasses végétales. Les quelques essais d'extraction de beurre de Makoré que nous avons conduits au cours de notre recherche et selon la méthode traditionnelle (fig. 2.6) donnent des résultats de l'ordre de 15 à 25 % de matière

grasse par rapport au poids initial des amandes et une efficacité d'extraction variant de 35 à 65 % par rapport à la teneur en huile des amandes (tableau 2.4).



Figure 2.4 Vente des noix d'Attia (*Coula edulis* Baill. Olacaceae) sur le marché de Kéibly, zone périphérique Ouest du Parc National de Taï. Photo. L. Bonnéhin 1992

Tableau 2.3 Matrice de classification préférentielle des huiles végétales par les habitants de Zaipobly, périphérie Ouest du Parc National de Taï. Makoré = huile ou beurre de Makoré (*Tieghemella heckelii*); huile palmiste = huile extraite des amandes des graines de palmier à huile (*Elaeis guineensis*); Huile rouge = huile de palme extraite de la pulpe des graines du palmier à huile (*Elaeis guineensis*); huile Dinor = huile de palme industrielle raffinée. Noter que tout critère s'avère accessoire en comparaison avec le goût.

Critères de sélection	Scores : nombre de personnes préférant l'huile. N = 56			
	Makoré	Huile palmiste	Huile rouge	Huile Dinor
Le goût	26	8	1	1
La couleur	0	0	3	0
La disponibilité (facile à trouver)	0	1	2	4
Les vertus médicinales	0	2	0	0
La tradition	5	0	1	0
Longue conservation	0	2	0	0
Total	31	13	7	5
%	55	23	13	9





Figure 2.5 Extraction de l'huile ou beurre de Makoré (*Tieghemella heckelii* Pierre ex A. Chev., Sapotaceae). Une paysanne de Gahably, à l' Ouest du Parc National de Taï recupère l'huile après pressage de la pulpe dans le mortier. Photo L. Bonnéhin 1994

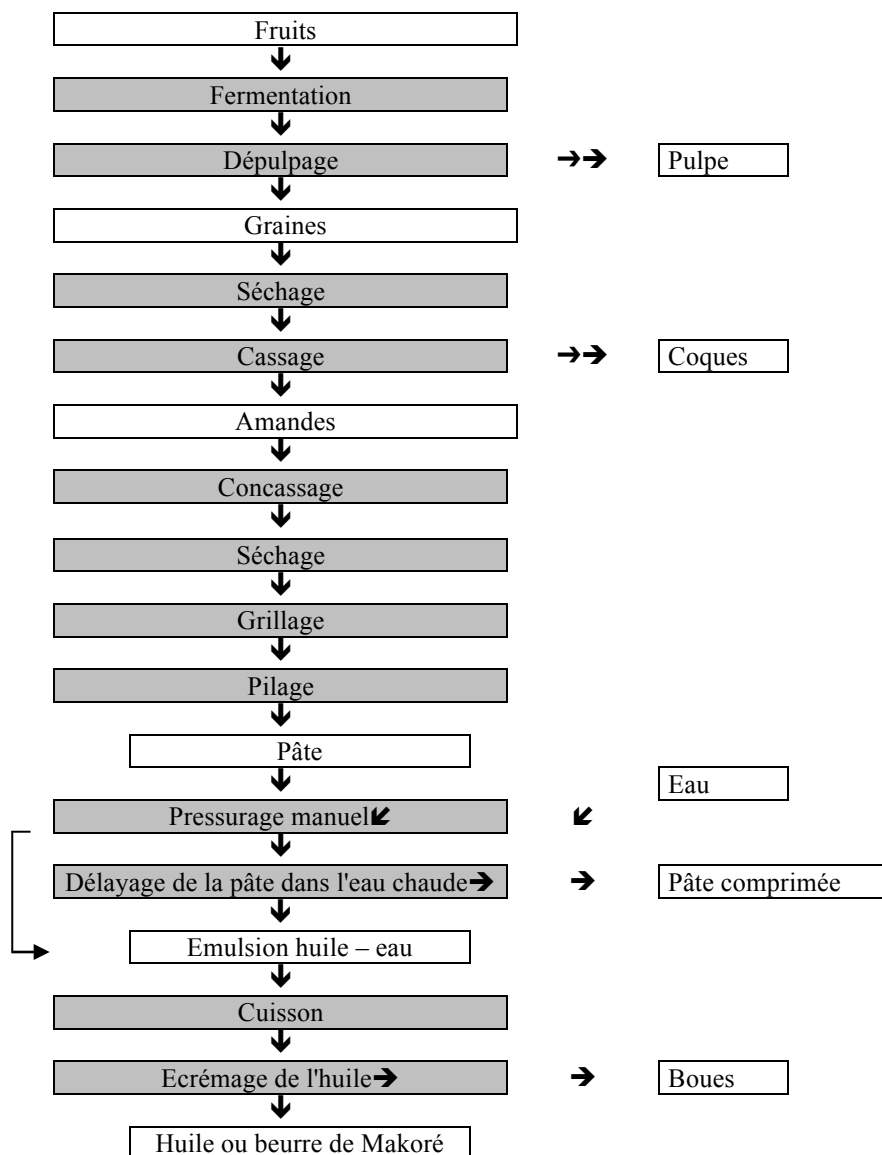


Figure 2. 6 : Les différentes étapes de la fabrication de l'huile ou beurre de Makoré (*Tieghemella heckelii*, Sapotaceae).  Transformation  produit.

Tableau 2.4 : Rendement en matière grasse des amandes de Makoré (*Tieghemella heckelii*) et efficacité de la méthode traditionnelle d'extraction. L'efficacité d'extraction indique la quantité de matière grasse obtenue par rapport à la teneur en matière grasse des amandes. Nous avons retenu la teneur de 40 à 50 % indiquée par Busson (1960) et Cassagne (1969)

Quantité d'amandes (en kg)	Nombre d'essais	Rendement		Efficacité
		Litres	%	%
0,5	11	0,1	20	40 à 50
1	9	0,2	20	40 à 50
2	5	0,5	25	50 à 63
5	2	0,8	16	32 à 40
5,5	2	1,2	22	44 à 55
6,5	1	1,2	18	37 à 46

### **Consommation par la faune sauvage**

Les informations sur la consommation de *C. edulis* par la faune sauvage proviennent des observations faites dans le Parc National de Taï et dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Dans cette région, les noix de *C. edulis* sont consommées par de nombreux animaux, dont les rongeurs et, plus particulièrement les Chimpanzés (*Pan troglodytes verus*). Selon Boesch (1991), le cassage des noix de *C. edulis* est l'une des principales activités des chimpanzés du Parc National de Taï, activité spécifique qui conduit ces Chimpanzés à utiliser des outils. Cette spécificité les différencie de leurs congénères des autres régions d'Afrique (Boesch 1991). Il faut souligner que les feuilles de *C. edulis* sont nuisibles au bétail (Walker et Sillans 1961).

L'éléphant (*Loxodonta africana cyclotis*) est le principal consommateur des fruits du Makoré en forêt et par conséquent, le principal disséminateur des graines (Alexandre 1972, 1978) : les fruits frais sont avalés en entier puis, après digestion de la pulpe, les graines sont rejetées dans les fèces. L'écorce de l'arbre est aussi très prisée par le pachyderme; à tel point qu'il n'est pas rare de rencontrer au cœur du Parc National de Taï de gros Makoré dont la base du tronc est dépourvue d'écorce sur une hauteur d'environ trois mètres (obs. pers.). Les cochons sauvages : hilochères (*Hylochoerus meinertzhageni*) et potamochères (*Potamochoerus porcus*) se nourrissent de l'amande de la graine. Les cotylédons charnus et verdâtres des plantules en germination sont consommés par certaines espèces de céphalophes (obs. pers.) et aussi par de nombreux rongeurs (Taylor 1960). Les feuilles de Makoré sont appréciées par les caprins et les bovins (obs. pers.).

### **2.3.2 Les usages du bois**

Le tronc rectiligne du Makoré (fig. 2.8) en fait un arbre à bois d'œuvre de très bonne qualité technologique (Aubréville 1959 ; ATIBT 1961). L'espèce est recherchée depuis le début du 20ème siècle pour son bois (Taylor 1960). Très durable, imperméable et résistant aux piqûres d'insectes, le bois du Makoré est

utilisé en placage, en ébénisterie, en marqueterie, en menuiserie, en charpenterie et comme traverses de chemin de fer (Abbiw 1990 ; Anonyme 1955). Classée dans la catégorie I des essences commerciales, le Makoré est l'une des espèces qui ont fait la gloire des exportations ouest-africaines de bois d'œuvre. Au Ghana par exemple, le Makoré fait partie des huit espèces fournissant 84 % des exportations de bois du pays (Abbiw 1990, p. 5). Les exportations de Makoré comme toutes les autres exportations ivoiriennes de bois ne cessent de décliner depuis plusieurs années (fig. 2.7).

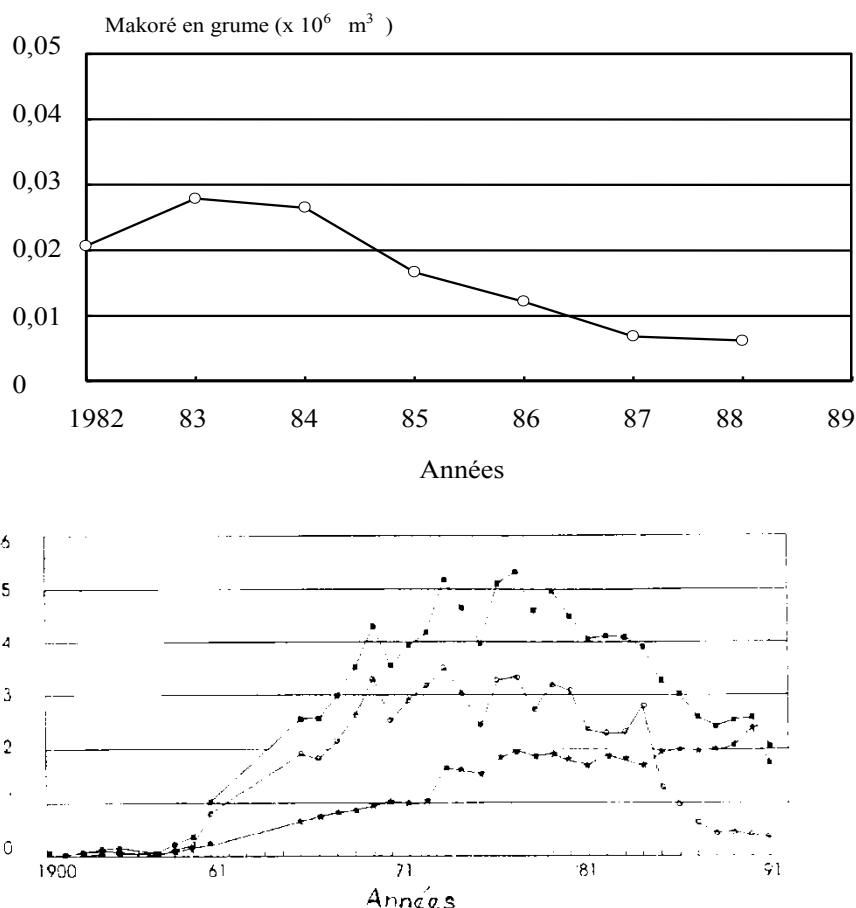


Figure 2.7 En haut : Evolution des exportations ivoiriennes de grumes de Makoré (Source : MEFP 1987). En bas : Evolution de la production ■, de la consommation locale ★ et des exportations ○ ivoiriennes de grumes toutes essences confondues (source Parren et de Graaf 1995).

Tableau 2.5 : Résumé des utilisations de *Coula edulis* et de *Tieghemella heckelii* en médecine traditionnelle

Maladies	Traitements	
	<i>Attia (Coula edulis)</i>	<i>Makoré (Tieghemella heckelii)</i>
Anémie	Décoction d'écorces en boisson	
Blennorragie		Décoction d'écorce en lavements
Diarrhées, dysenteries	Décoction d'écorce en lavements	
Maux des dents	Décoction d'écorce en bains de bouche	Décoction d'écorce en bains de bouche
Morsures de serpents	-	Emplâtre de jeunes feuilles et bourgeons
Plaies, blessures	Macération d'écorce	
Stérilité, avortement	Décoction écorce de <i>C. edulis</i> + celles d'autres espèces en boisson	
Ulcères d'estomac	Poudre d'écorce en pansements	

Le bois de *C. edulis* est très dense, lourd et quasi imputrescible. Très résistant aux attaques des insectes et plus particulièrement à celles des termites, il est utilisé par les populations locales comme piliers supports dans les constructions traditionnelles. Les deux extrémités de la Mbandja ou case du Bonti (Société secrète des montagnards Mitsogo du Gabon) sont souvent soutenues par des colonnettes sculptées dans du bois de *C. edulis* (Walker et Sillans 1961). "Sratu", l'un des noms locaux de *C. edulis* dans l'Ouest et le Sud-Ouest ivoirien signifie : "l'arbre / le bois du grenier", car il fournit les piliers-supports des cases à greniers. Il est aussi utilisé dans la construction des chemins de fer (Abbiw 1995). Sa forte densité en fait un excellent combustible recherché dans la fabrication de charbon (Walker et Sillans 1961 ; Abbiw 1990).

### 2.3.3 Les autres usages

*C. edulis* et *T. heckelii* sont aussi utilisés dans la médecine traditionnelle (tableau 2.5), les pratiques religieuses et la cosmétique. Comme plante médicinale, *C. edulis* sert dans le traitement des maladies du sang, des organes génito-urinaires, de l'appareil digestif et contre des lésions traumatiques. Elle peut être utilisée contre l'anémie, la stérilité, les avortements, les diarrhées, les ulcères, les blessures et les plaies (Walker et Sillans 1961 ; Abbiw 1990). *C. edulis* a un rôle rituel chez les pygmées (Schnell 1957). En médecine traditionnelle, l'écorce du Makoré est utilisée dans le traitement de la blennorragie (Adjanohoun et Aké Assi 1979) et des maux de dents (Bouquet et Debray 1974). Elle sert aussi d'amulette dans la capture des éléphants (Irvine 1961 ; Kéï Blédi<sup>†</sup> ancien chasseur d'éléphants, comm. pers. 1994); les bourgeons et jeunes feuilles servent dans le traitement des morsures de serpents (Voorhoeve 1965). Le beurre de Makoré est utilisé comme pommade pour le corps et les cheveux et en savonnerie. La pulpe, parce qu'elle contient du latex, est utilisée dans la chasse traditionnelle comme piège à oiseaux et rats et comme appât pour les poissons. Les graines sont utilisées dans un jeu de stratégie et l'arbre est adoré chez

certaines populations Wê de Côte d'Ivoire; un rituel lui est consacré tous les ans lors de la fête des masques dans le village de Béoua près de Guiglo.

## **2.4 Stratégies de régénération naturelle et statut de conservation**

### *Stratégies de régénération*

La dissémination des graines de *Coula edulis* est autochore. La régénération naturelle par graine semble très rare chez l'espèce (Voorhoeve 1965). En effet, malgré une fructification abondante, des plantules ont été rarement observées en forêt (De Klerk 1991). Cependant, la régénération végétative est abondante. Elle se fait par de nombreux rejets au pied des arbres sénescents et sur les vieilles souches ; cette régénération végétative est jugée par Alexandre (1979) comme une stratégie d'occupation de l'espace sans déplacement.

Le Makoré est une espèce zoochore. Ses graines sont disséminées par les animaux. L'éléphant (*Loxodonta africana cyclotis*) est le principal disséminateur des graines de *T. heckelii*; et la diminution des populations d'éléphants peut compromettre la régénération de l'espèce (Voorhoeve 1965) comme c'est le cas dans le Parc National du Banco en Côte d'Ivoire (Alexandre 1978). Les arbres de Makoré sont très disséminés en forêt naturelle (Taylor 1960) ; Voorhoeve (1965) dit qu'ils sont plutôt rares même si parfois ils se rencontrent en groupe de quelques individus. Aubréville (1959) avance des densités d'un arbre exploitable tous les 23 hectares. Bertault (1986) donne des densités moyennes de Makoré de 0,1 à 1,4 tiges par ha ( $d > 10$  cm) respectivement dans les forêts classées de Mopri et Irobo en Côte d'Ivoire. Quant à la régénération naturelle, Taylor (1960) et Voorhoeve (1965) la jugent pauvre.

### *Statut de conservation*

Hawthorne (1995, 1996), Hawthorne et Abu-Juam (1995) ont établi des catégories dans les priorités de conservation des espèces forestières du Ghana et d'Afrique tropicale et les actions à mener dans ce sens. Sept principales catégories d'espèces forestières, désignées par des étoiles de couleur (Star rating), ont été identifiées en fonction des critères relatifs à la distribution, à la taxonomie, à l'écologie et aux pressions commerciales et sociales (tableau 2.6). Les auteurs ont mentionné respectivement *C. edulis* et *T. heckelii* dans les catégories à étoiles bleue et violette (scarlet) nécessitant une priorité marquée pour la conservation (tableau 2.6).

*C. edulis* n'est certes pas rare en forêt naturelle non perturbée où une régénération végétative vigoureuse (De Klerk, 1991) lui assure des fortes densités pouvant atteindre 2000 tiges par hectare, ( $d > 5$  cm; Hawthorne 1995). Mais la stratégie de régénération végétative de *C. edulis*, qui consiste à occuper l'espace sans se déplacer (Alexandre 1979), combinée à la dégradation accélérée des écosystèmes forestiers tropicaux et leur transformation en plantations de cultures pérennes de rente, constituent des menaces sérieuses pour la survie de l'espèce, dues justement au manque de flexibilité dans sa dynamique de population..

La pauvreté de la régénération naturelle chez le Makoré a déjà suscité des inquiétudes quant à sa survie. Dès 1965, Voorhoeve écrivait : "... prospects of a natural regeneration are poor ; unless replanted by the forest services, the species will probably become extinct". Sa valeur commerciale (voir chap. 2.3.2) en fait une des espèces à bois d'œuvre sous forte pression d'exploitation industrielle. Dans la zone d'étude, les paysans estiment que l'espèce est devenue rare (voir chap. 2.2). Wöll et Waitkuwait (1994) révèlent que le Makoré est rare dans la forêt classée de Bossématié à l'Est de la Côte d'Ivoire. Sa protection et sa propagation à tous les niveaux s'avèrent donc vitales.

Tableau 2.6 : Résumé des catégories de priorité de conservation pour les espèces de plantes du Ghana et de la forêt tropicale humide d'Afrique indiquées par des étoiles de couleur (Hawthorne 1995)

ETOILES	CARACTÉRISTIQUES
NOIRE	Espèces rares au niveau international (c'est-à-dire dans l'ensemble de leurs aires de répartition). La conservation des populations de ces espèces requiert une attention urgente.
OR	Assez rares sur le plan international et / ou local.
BLEUE	Très répandues sur le plan international mais localement rares ou vice-versa.
VIOLETTE	Espèces communes, mais soumises à la pression d'une exploitation forestière très intense. Leur protection est vitale à tous les niveaux.
ROUGE	Communes, mais sous la pression de l'exploitation forestière. Nécessitent un contrôle minutieux et une protection au cas par cas des arbres et des espèces.
ROSE	Communes et exploitées modérément; nombreuses parmi ces espèces sont celles sans grande valeur commerciale.
VERTE	Pas de préoccupations particulières pour leur conservation

## 2.5 Quelques notes sur la mise en culture de *C. edulis* et *Tieghemella heckelii*

Nous ne disposons d'aucune information sur le comportement de *C. edulis* dans les milieux agricoles. A notre connaissance, l'espèce n'a jamais fait l'objet de mise en culture en raison des difficultés de germination des graines (voir chap. 3). Cependant, nous avons pu constater qu'un pied de *C. edulis* présent dans un champ cultivé porte habituellement de nombreux rejets après le défrichage et le brûlis. Nous considérons ce comportement comme une réaction au stress lié à l'ouverture du milieu et au passage du feu, une répétition traumatique assurant à l'espèce une certaine régénération végétative (voir chap. 2.4). Hatta (1999) constate également cela pour l'arbre indonésien *Peronema canescens*, Verbenaceae, avec une architecture "multi-tige" en milieu soumis au feu.

Pour le Makoré, il existe quelques données de croissance provenant des stations de recherche forestière et des notes des services forestiers. Taylor (1960) relève la croissance en pépinière et au champ du Makoré. Selon lui, le jeune plant a entre 1 à

2 m de hauteur après 12 à 18 mois en pépinière ; plantés en système taungya sous les *Cedrela mexicana* dans la Pra Anam Forest Reserve au Ghana, les plants de Makoré atteignent au bout de 13 ans une hauteur comprise entre 1,5 et 3,5 m. En Côte d'Ivoire, à l'Ouest du Parc National de Taï, nous avons observé des Makoré plantés par des paysans dont certains, âgés de 20 ans, mesuraient 9 à 11 m de hauteur et d'autres qui avaient 27 m de hauteur à 14 ans (chap.4). En plantation dans les sous-bois des Forêts Classées de Mopri et d'Anguédedou en Côte d'Ivoire, les Makoré âgés de 2 et 4 ans ont une hauteur moyenne d'environ 2 à 4 m (Dupuy et M'bla Koua 1993) et à 28 ans, ils ont 23 cm de diamètre (Dupuy et Chézeaux 1994).

Cette hétérogénéité dans le développement du Makoré en plantation nous amène à penser que des facteurs du milieu, surtout la lumière, doivent jouer un rôle prépondérant dans sa croissance (voir chap. 5). Mais avant de parler du comportement des jeunes plants, il faut d'abord les produire. Cela fait l'objet du chapitre suivant.



Figure 2.8 Le Makoré, un des plus grands et des plus gros arbres de la forêt tropicale africaine. Il peut atteindre jusqu'à 55 m de hauteur et 2,5 m de diamètre.



### **3. LA PROPAGATION DU MAKORE (TIEGHEMELLA HECKELII) ET DE L'ATTIA (COULA EDULIS)**

#### **3.1 Introduction**

La domestication telle que nous l'avons définie au chapitre 1, passe par la propagation des espèces végétales concernées. Les espèces végétales appartenant aux spermatophytes peuvent être propagées soit sexuellement, soit végétativement.

Par la propagation sexuée, un individu adulte d'une espèce donnée produit des fleurs dont la pollinisation donne un œuf fécondé. Cet œuf et ses structures environnantes forment une graine dont la germination donnera naissance à un nouvel individu. Mais de la graine au nouvel individu, il y a une série d'obstacles à franchir par la graine elle-même et par la jeune plante naissante : prédation des graines par les hommes et les animaux, l'herbivorie qui est une prédation des jeunes plants par les animaux, le stress dû parfois aux feux (Munyanziza 1994), au manque ou à l'excès d'eau (Alexandre 1978) ou encore à la nature de l'horizon superficiel du sol. Face à de telles contraintes, la stratégie de germination exprimée par des délais et des taux de germination, la morphologie et la taille de la plantule à la germination sont autant de critères pour analyser l'efficacité de la régénération sexuée des espèces végétales (Ng 1978; Hladik et Miquel 1990) et déterminer son impact sur la domestication paysanne des végétaux. La propagation végétative consiste à générer un nouvel individu à partir de feuilles, méristèmes sur racines ou fragments de tige ou tout autre cellule, callus, tissu ou organe végétatif. Elle offre une opportunité pour la domestication des arbres forestiers, d'autant plus qu'elle mène à des réponses adaptatives somatiques efficaces et beaucoup plus communes que l'on a cru jusqu'à présent (Rossignol et al. 1998). En effet, elle permet de contourner les problèmes liés à la propagation sexuée c'est-à-dire la maturité et l'adaptation tardives des arbres forestiers, l'irrégularité de la fructification et la difficulté de germination des graines de certains arbres. Grâce à elle, de nombreuses espèces sont propagées avec succès et à grande échelle (Smits et al. 1994, Leakey et al. 1982; Leakey et al. 1994b, Okafor 1994; Newton et al. 1994; Hallé et Kamil 1981; Srivastava et Manggil 1981; Lowery 1978; Momose 1978; Ouédraogo 1993). En propagation végétative *in vivo*, plusieurs techniques sont utilisées. Ce sont surtout le bouturage, le greffage et le marcottage. Cependant, quelle que soit la technique utilisée, l'aptitude à la propagation végétative d'une espèce reste subordonnée à trois exigences inséparables et importantes que sont :

- la capacité d'enracinement de l'explant végétatif ;
- le type de système racinaire développé par le plant issu de propagation végétative ;
- la morphologie et la croissance de ce plant.

Ce chapitre a pour but d'analyser, dans des conditions réelles du milieu paysan, et avec des méthodes simples, peu coûteuses et faciles à reproduire par les paysans de Taï :

1. les caractéristiques de germination de *C. edulis* et de *T. heckelii* ;
2. les premiers stades de croissance et de développement en pépinière ;
3. leur aptitude à la propagation végétative;
4. le comportement en pépinière des plants issus de propagation végétative.

## 3.2 Matériel et méthode

### 3.2.1 Les essais de germination

Pour les essais de germination, nous avons sélectionné des fruits de Makoré et d'Attia de bonne qualité (fig.3.1). En effet, les fruits ont été collectés en période de pleine fructification ; ils ont été soigneusement débarrassés du péricarpe et du mésocarpe ; ensuite, les graines sont plongées dans une bassine d'eau ; celles qui flottaient ont été considérées comme non viables et éliminées du lot.

Les graines ainsi sélectionnées sont, soit semées le jour même de la sélection, soit conservées pendant quelques semaines avant d'être semées (cas des graines de Makoré uniquement, tableau 3.2) ou bien, elles ont subi un traitement mécanique et physique avant le semis (*C. edulis* uniquement). Le traitement mécanique des graines de *C. edulis* consiste à craquer ou à éliminer la coque lignifiée (fig. 3.7c). Ce traitement est supposé favoriser le contact direct, partiel ou total, de l'endosperme avec l'air et l'humidité dès les premiers jours après le semis. Le traitement physique consiste à tremper les graines sélectionnées dans de l'eau bouillante pendant 15 minutes, puis à les faire refroidir soit à l'air, soit dans de l'eau de robinet ou de l'eau dans laquelle nous avons fait fondre de la glace en raison d'un volume d'eau pour un volume de glace pilée environ. Ce dernier traitement provoque chez la graine un choc thermique censé favoriser la levée de dormance.

Les graines ont été semées soit dans de la terre forestière de "type tout venant", contenue dans des sachets en plastique de 10 cm de diamètre sur 20 cm de hauteur ou dans des bacs de 1 m<sup>3</sup>, soit dans le cas de l'essai n°1 de *C. edulis*, dans un mélange de terre, de compost et de tourbe (1 : 1 : 1) contenu dans des pots en terre cuite. Les graines sont copieusement arrosées une fois par jour en saison des pluies et deux fois par jour en saison sèche.

Tous les essais de germination ont été conduits en pépinière à Zaipobly (Taï) et au centre de recherche d'Adiopodoumé à Abidjan, à l'exception de l'essai no 1 de *C. edulis* qui a eu lieu dans une serre tropicalisée de l'Université de Wageningen aux Pays Bas. Les pépinières sont des abris recouverts de feuilles de palmiers (à Zaipobly) ou un hangar couvert de tôles transparentes en fibre de verre (Adiopodoumé).

Les données relevées au cours des essais étaient la date de germination, le nombre de graines germées, les caractéristiques de croissance et les paramètres de développement des plantules. Ces paramètres sont la longueur de la tige, le nombre de feuilles et de branches et la date de la première ramification.

### **3.2.2 Les essais de propagation végétative**

#### *Le bouturage*

Les boutures utilisées pour les essais proviennent des axes latéraux de jeunes plants de Makoré et de *C. edulis*, issus de graines, âgés de 2 à 3 ans et élevés en pépinière. Des boutures ont été aussi prélevées sur des jeunes rejets de *C. edulis*. Ces boutures ne sont pas standardisées. Elles comportent 1 à 6 nœuds et mesurent entre 3 et 5 cm de long. Elles portent 2 à 3 feuilles que nous avons réduites à la moitié de leur longueur (fig.3.10). La base des boutures a été taillée en biseau.

Un traitement préalable favorisant la rhizogénèse constitué de cinq concentrations (0, 8, 40, 200 et 250 µg) d'acide indole-3-butyrique (AIB) dissout dans 10 µl d'alcool a été appliqué aux boutures. Ces concentrations ont été choisies en vue de pouvoir comparer les exigences en hormone de rhizogénèse du Makoré et de *C. edulis* avec celles d'autres espèces forestières africaines à bois dur, notamment *Khaya ivorensis* et *Lovoa trichilioides* décrites par Tchoundjeu (1989) et par Leakey, Tchoundjeu, Longman et Blyth (1989). Les concentrations d'hormone sont étalées à la base des boutures à l'aide d'une micro-pipette avant de les mettre à s'enraciner. Les boutures ont été mises à s'enraciner dans du sable et de la sciure de bois sous des mini - serres en matière plastique. Le bouturage a été effectué selon la technique qui consisté à mettre le substrat d'abord dans des pots. Les pots contenant les boutures ont été ensuite rangés dans un bac perforé le tout étant enfin posé dans un plateau contenant de l'eau. Au cours des essais, les boutures ont été distribuées de façon non randomisée entre les blocs de traitements. Pour le bouturage du Makoré, les essais sur substrat de sable ont compté au total 200 boutures (soit 5 boutures x 5 traitements x 4 répétitions x 2 essais). Sur sciure de bois, 138 boutures ont été utilisées et la taille des échantillons par traitement et par essai ont varié en fonction du matériel végétal disponible.

Les expérimentations de bouturage ont été conduites au Centre de Recherches d'Adiopodoumé à Abidjan en 1993 et 1994 (Juillet, Août à Décembre - Janvier), en 1994 (Juin à Décembre) et 1995 (Janvier à Juillet). Les boutures ont été suivies régulièrement sur une période de six mois pour le Makoré et plus de six mois pour *C. edulis*. Les séries d'observations commencent 2 mois après la mise en place des boutures. Une bouture est considérée comme enracinée lorsqu'elle a initié une racine d'au moins 2 mm. Au cours de chaque observation, nous avons noté pour chaque essai :

- le nombre de boutures enracinées par traitement ;

- le nombre et la longueur des racines par bouture en prenant soin de ne pas les détruire ;
- le nombre de boutures mortes ;
- le nombre de boutures vivantes lors de la décision de mettre fin à l'essai.

Les données ainsi collectées sont introduites dans l'ordinateur pour l'analyse statistique. L'analyse de variance ANOVA et le Mann - Whitney - U test ont été utilisés pour la comparaison des moyennes. Dans le cas de nos essais de bouturage les échantillons étaient de tailles inégales pour les différents traitements. Le G test (Fowler et Cohen 1990) a donc été d'abord utilisé pour la comparaison des fréquences ou test d'homogénéité de fréquences (tableau 3.2) avant de calculer les taux moyens d'enracinement.

La formule de G est la suivante :

$$G = 2 \cdot \sum_a O \cdot \ln O/E$$

Où

O = fréquences observées (boutures enracinées) ;

E = fréquences calculées ;

$\sum_a$  = Somme des produits de O ln (O/E) pour toutes les catégories nominales ;

ln = logarithme naturel.

G a la même valeur que  $\chi^2$  et l'on utilise la même table de distribution pour les deux tests (Fowler et Cohen, 1990). Les valeurs de G obtenues (tableau 3.2) sont inférieures aux valeurs critiques de G pour P = 0,05 et P = 0,01. Il n'y a donc pas de différences significatives entre les proportions observées de boutures enracinées selon les différentes concentrations d'AIB dans un même essai et entre celles des deux essais sur le même substrat de bouturage (tableau 3.1).

#### *Le marcottage aérien*

Le marcottage aérien a été effectué sur les branches de jeunes plants de Makoré âgés de trois ans et sur des axes des arbres de *C. edulis* d'âge indéterminé poussant dans la nature. Il consiste à faire une annélation sur des axes d'environ 2 à 5 cm de circonférence et à la recouvrir d'une motte de terre humide prélevée au pied même de l'arbre-mère. La motte de terre a été ensuite enveloppée dans une feuille de plastique et ficelée (fig. 3.2). Aucun traitement de stimulation de la rhizogénèse n'a été utilisé dans le cas du Makoré. Pour *C. edulis*, la poudre d'AIB a été aussi utilisée.

### **3.2.3 Croissance et développement des plants obtenus par propagation végétative**

Les axes enracinés ont été repiqués dans des pots en plastique, ou directement en terre. Ils ont été suivis pendant 4 à 12 mois (boutures) et 30 mois (marcottes) pour

relever la typologie (tronc, branche), la longueur et l'orientation (orthotrope ou plagiotrope) des axes aériens de chaque plant. Après 4 à 12 mois en pépinière, les plants issus de boutures ont été déterrés pour noter le nombre, la longueur, la typologie des racines développées par chaque plant (racines principales ou secondaires). Les valeurs moyennes des paramètres de croissance ont été calculées. Le test de régression multiple a été utilisé pour déterminer les corrélations ( $r^2$ ) entre la taille initiale (circonférence et longueur) de la bouture et l'accroissement moyen en hauteur ( $\Delta_h$ ) et entre la taille initiale de la bouture et l'accroissement de la longueur ( $\Delta_l$ ) ou du nombre ( $\Delta_n$ ) de racines par plantule.

Tableau 3.1 Fréquences d'enracinement des boutures de Makoré observées au cours de nos essais. Pour les deux essais conduits sur substrat de sable, N = 20 boutures pour chaque concentration d'AIB. Sur sciure de bois, pour les essais 1 et 2, N est respectivement de 14; 14; 16; 18, 26 ; et de 16, 12, 7, 8 et 7 pour chacune des concentrations d'AIB. Les chiffres en italique sont des valeurs de G ajusté ( $G_{aj}$ ) avec le facteur de correction de William qui est égal à  $1 + (a^2 - 1) / 6nv$  avec  $a =$  nombre de catégories;  $n =$  nombre total de fréquences observées et  $v =$  degré de liberté ( $a - 1$ ). Avec l'application du facteur de correction de William, la formule de G est la suivante (Fowler et Cohen 1990) :  $G = ( 2 \cdot \sum O \ln O/E ) / (1 + (a^2 - 1) / 6nv )$ . Les valeurs critiques de G aux seuils de 5 % et 1 % sont respectivement de 9,49 et 13,28 pour 4 degrés de liberté.

Substrats	Concentrations d'AIB (g / bouture)					Total	Valeur de G	Degrés de liberté
	0	8	40	200	250			
Sable 1	15	17	12	14	16	-74	<i>0,69</i>	4
Sable 2	13	13	16	16	14	72	<i>0,61</i>	4
<b>Total sable</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>146</b>	<b><i>1,5</i></b>	<b>4</b>
Sciure 1	2	5	7	7	10	31	<i>6,10</i>	4
Sciure 2	7	4	5	5	2	23	<i>2,98</i>	4
<b>Total sciure</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>54</b>	<b><i>8,34</i></b>	<b>4</b>



Figure 3.1 : Graines de Makoré préparées pour le semis en pépinière.



Figure 3.2 : Démonstration par l'auteur de la technique du marcottage aérien devant des paysans (Photo Ph. Grandjean 1994)

### **3.3 Résultats**

#### **3.3.1 Les caractéristiques de germination en pépinière**

*Le Makoré: une germination épigée, rapide et abondante.*

Les graines de Makoré traitées dans de bonnes conditions donnent un taux de germination qui avoisine 90 % (tableau 3.2). Chez ces graines, la germination débute 4 à 5 semaines après le semis et les levées peuvent s'étaler sur 11 à 12 semaines. La quasi-totalité des graines viables germent dans un délai de 12 semaines après le semis (fig. 3.3 et fig. 3.4). Ces délais de germination et l'échelonnement des levées font du Makoré une espèce à germination rapide selon la classification de Ng (1978) ou assez rapide selon De la Mensbruge (1966). Pour ces auteurs, la germination rapide se caractérise respectivement par la levée de toutes les graines viables dans un délai de 12 semaines après le semis (Ng) ou par l'apparition des premières levées entre 2 à 6 semaines après le semis (De la Mensbruge).

La germination du Makoré est de type épigé ou type 2 selon les classifications de de la Mensbruge (1966), Ng (1978) et de Miquel (1985; 1987). Ce type de germination se caractérise chez le Makoré par une plantule qui possède au début un hypocotyle

de 6 à 8 cm de long, un épicotyle de 3 à 4 cm de long et des cotylédons charnus et verdâtres de 5 à 6 cm de long sur 2 à 3 cm de large (fig.3.9).

*Coula edulis*: une germination très lente, de type "Durian" avec un taux de germination variable

Des graines de *C. edulis* saines n'ayant subi aucun traitement particulier donnent des taux de germination allant de 44 à 75 %, le taux moyen de l'ensemble de nos essais étant de 57 % après 2 ans (tableau 3.3). Ces taux de germination peuvent être qualifiés de faibles (30 à 50 %) à élevés (60 à 80 %) selon la classification de de la Mensbrugge (1966). La germination a lieu 6 à 7 mois après le semis et les levées peuvent s'échelonner sur une période allant jusqu'à 4 ou 5 ans (fig. 3.5). Ainsi sur un lot de 42 graines semées en Février 1991, 6 graines ont germé dans le courant de 1995. Si la levée, caractérisée selon De la Mensbrugge (1966) par l'apparition hors sol de la tigelle, a lieu 6 à 7 mois après le semis, le phénomène de germination s'installe dès 2 à 3 mois après le semis. En effet au cours de notre étude, nous avons constaté que dans un lot de 45 graines, 15 avaient émis une racicule et 28 avaient une coque fendue 3 mois après le semis. La germination de *C. edulis* est de type "Durian" ou de type 5 de Ng (1978), aussi observée par Hladik et Miquel (1990) et Miquel (1985 ; 1987). Ce type de germination se caractérise chez *C. edulis*, par une sortie en crosse de l'hypocotyle (fig. 3.6a) après une ouverture par 2 à 3 fentes de la coque lignifiée (fig. 3.6b). Pendant ce temps, l'apex de la plantule et les cotylédons foliacés, de couleur violacée, sont encore enfermés dans l'albumen (fig. 3.6c). L'apex de la plantule, recouvert par les pétioles des feuilles cotylédonnaires restées dans l'albumen (fig. 3.6d), sort de l'albumen au bout de 2 à 3 mois après l'apparition de l'hypocotyle (fig. 3.6e et fig .3.8).

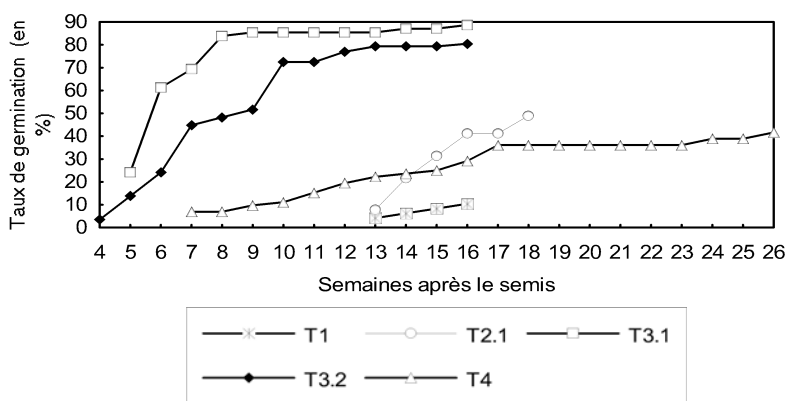


Figure 3.3 : Cinétique de la germination des graines de Makoré selon les traitements. T1 = traitement 1; T2.1 = traitement 2 lot 1; T3.1 = traitement 3 lot 1; T3.2 =

traitement 3 lot 2 et T4 = traitement 4. Pour la description des traitements voir tableau 3.2.

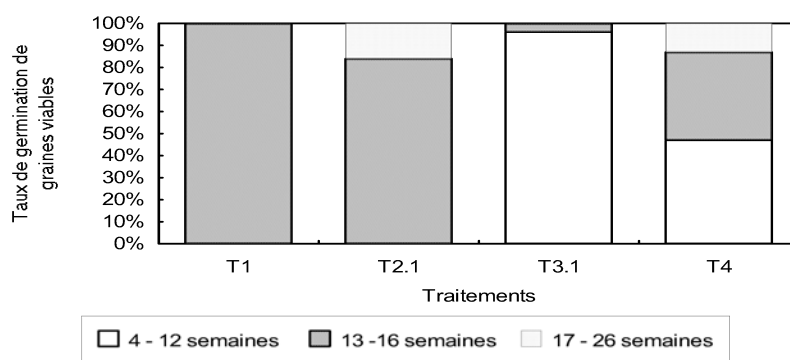


Figure 3.4 : Répartition des graines germées selon la période d'échelonnement des levées et des traitements : T1 = traitement 1, T2.1 = traitement 2, lot 1; T3.1 = traitement 3, lot 1; T4 = traitement 4. Pour la description des traitements voir tableau 3.2

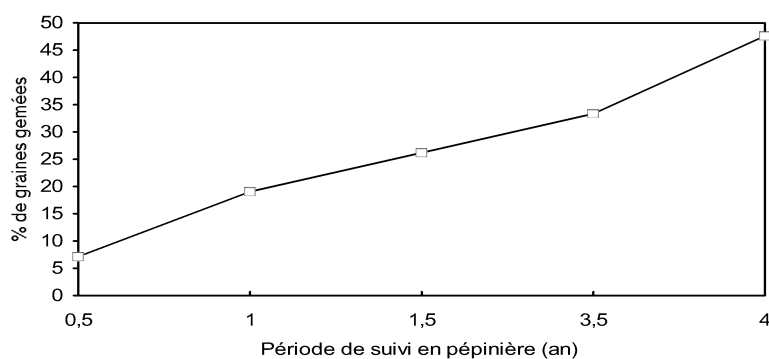


Figure. 3.5 : Cinétique de la germination en pépinière des graines de *Coula edulis*. N = 42

### 3.3.2 Les premiers stades de croissance et de développement architectural en pépinière des plantules de Makoré et d'Attia

#### *La ramification séquentielle*

Les plantules de Makoré et de Attia peuvent se ramifier dès l'âge de deux mois et demi (tableaux 3.4 et 3.5 ; figures 3.8 et 3.9). A l'âge de 4 à 5 mois, plus de la moitié des plantules de Makoré observées (58%, N = 45) possèdent en moyenne 2 branches. Les plantules de *C. edulis* peuvent développer leurs premières branches sylleptiques en même temps que leurs premières feuilles assimilatrices, soit moins d'un mois environ après la sortie de l'épicotyle de l'albumen (fig. 3.7 et 3.9).



*La croissance en pépinière*

Les tableaux 3.4 et 3.5 résument les paramètres de croissance en pépinière des plantules de Makoré et de *C. edulis* âgées respectivement de 4 à 5 mois et de 2 ans environ. Ce sont les paramètres habituels tels : la hauteur totale (h), l'accroissement en hauteur ( $\Delta h$ ), la longueur des axes (l), la circonférence (c) et le nombre (n) de branches et de feuilles par plantule. A âge égal, les plantules de Makoré ont une croissance en hauteur plus forte que celle de *C. edulis*. Entre 4 et 5 mois les plantules de *T. heckelii* ont une hauteur qui varie de 25 à 68 cm contre 15 à 20 cm chez *C. edulis* (tableau 3.4). Ce n'est qu'entre 2 et 2,5 ans que les plantules de *C. edulis* atteignent une hauteur moyenne de 86 cm (tableau 3.4).

Tableau 3.2 Taux de germination en pépinière, période prégerminative et échelonnement des levées des graines de Makoré soumises à différents traitements

Traite- ment	Description du traitement	Nombre de graines semées	Taux de germinatio n (en %)	Période prégerminative (en semaines)	Echelonnement des levées (en semaines)
1	Graines conservées dans un endroit aéré pendant 4 semaines avant d'être semées	48	10	13 - 17	4
2	Graines conservées dans un endroit frais et aéré 1 semaine avant d'être semées				
	2.1	51	49	13 - 18	5
	2.2	85	51	nd	nd
	2.3	40	45	nd	nd
3	Graines semées immédiatement après la récolte				
	3.1	62	89	5- 16	11
	3.2	87	80	4 -16	12
	3.3	71	95,7		
4	Graines non déulpées et conservées 2 semaines avant d'être semées				
	4.1	72	42	7 - 26	19
	4.2	50	42	nd	nd
	4.3	40	35	nd	nd

Tableau 3.3 : Taux de germination en pépinière et période prégerminative des graines d'Attia

Essai	Nombre de graines semées	Taux de germination (en %)	Période prégerminative (en mois)	Durée de l'essai (en mois)	Localisation des essais
1	42	47,6	7	58	Wageningen
2	16	75	6	26	Adiopodoumé
3	15	60	6	26	"
4	15	47	6	26	"
5	25	44	6	23	"
6	25	64	6	23	"
7	25	52	6	23	"
8	56	61	6	12	"
9	45	69	6	17	Zaipobly
10	10	50	7	17	"
Moyenne des essais		57	6	25	
Ecart type		10	0,4	12	

Tableau 3.4 : Croissance en pépinière des plantules de Attia âgées de 2 à 2,5 ans (N = 32)

	Moyenne	Minimum	Maximum
Hauteur (cm)	86	18	254
Diamètre (cm)	2,8	1,1	5,2
Nombre de branches /plant	9	0	24

### 3.3.3 La propagation végétative du Makoré et de Attia

#### *L'enracinement des boutures de Makoré*

Les tableaux 3.6 a et b présentent les taux d'enracinement des boutures de Makoré observés au cours de notre recherche. Ces taux, après 6 mois d'observation, sont de 73 % ( $\pm 2$ ) sur substrat de sable et de 41 % ( $\pm 12$ ) pour les essais sur substrat de sciure de bois (tableau 3.6; fig. 3.11). A l'enracinement, les boutures possèdent en moyenne 2 racines d'une longueur totale cumulée de 2,32 cm (tableau 3.7 et fig. 3.10)

#### *Effets des hormones sur l'enracinement*

Comme le montrent les tableaux 3.6 a et b, les boutures de Makoré s'enracinent avec ou sans application d'AIB, hormone de rhizogénèse. Sur substrat de sable, il n'y a pas de différence de taux d'enracinement quelle que soit la concentration d'AIB appliquée aux boutures. Sur substrat de sciure, les concentrations d'AIB de 40 et 200  $\mu\text{g}$  montrent des taux d'enracinement plus élevés que les autres concentrations (fig. 3.11). Cependant les différences observées ne sont pas significatives ( $P = 0,49$ , Test Anova).

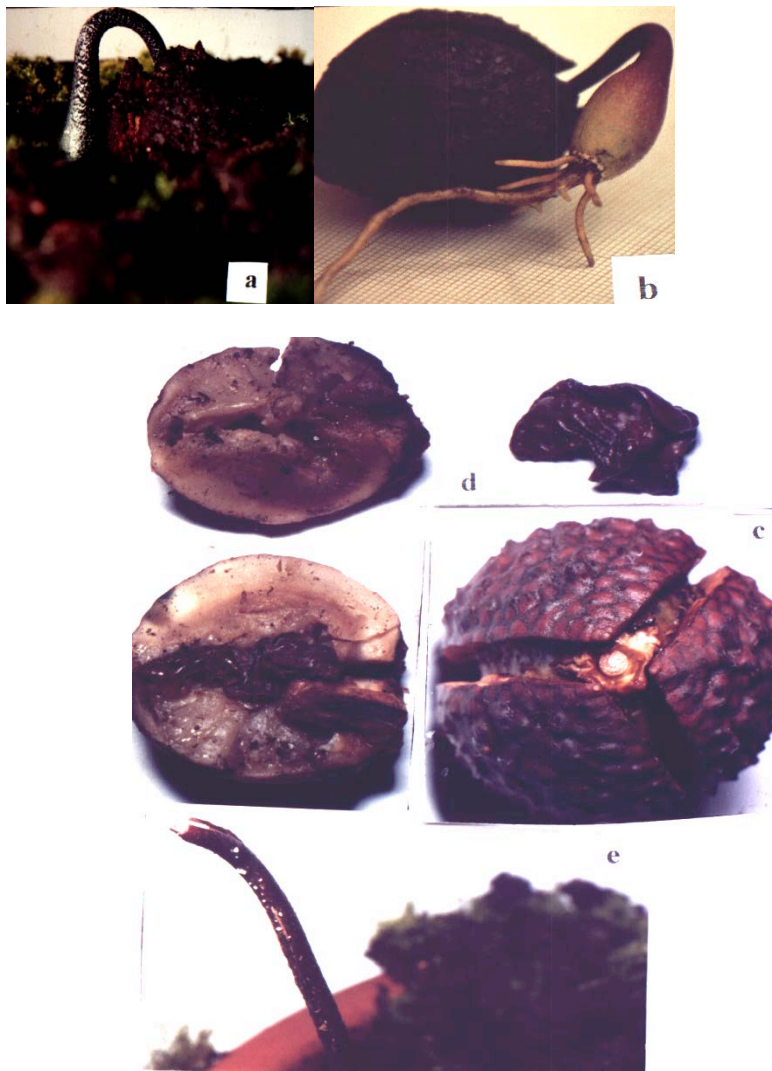


Fig. 3.6 : Les étapes de la germination en pépinière de *Coula edulis* : a) sortie en crosse de l'hypocotyle ; b) détail de l'hypocotyle et du système racinaire; c) détail de l'ouverture de la coque lignifiée; d) coupe longitudinale de l'albumen et détail des cotylédons foliacés; e) détail de l'apex de la plantule à sa sortie de l'albumen.

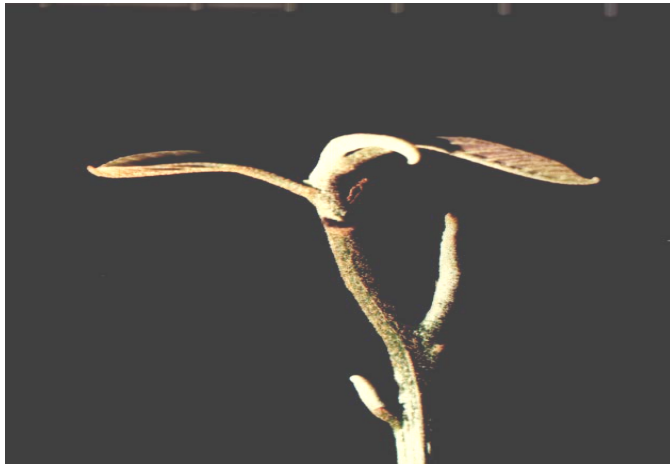


Fig. 3.7 : Apparition des premières branches sylleptiques chez une plantule de *Coula edulis* 3 semaines après la sortie de l'épicotyle de l'albumen. Les premières feuilles assimilatrices ne sont pas encore épanouies.

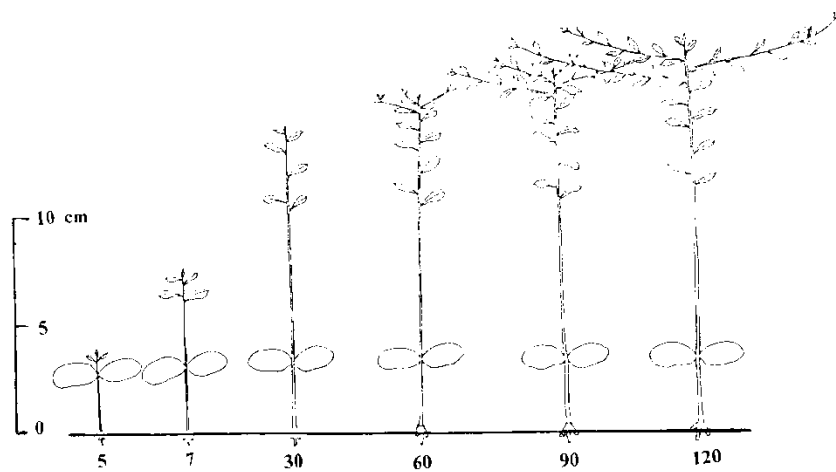


Figure 3.8 Diagramme des premiers stades de développement en pépinière de la plantule de Makoré (modèle architectural d'AUBRÉVILLE).

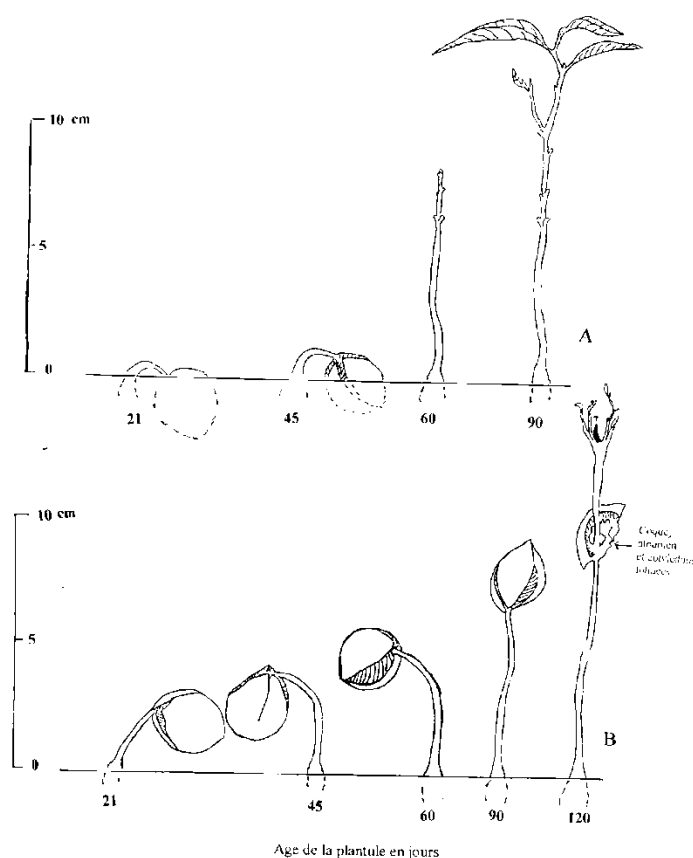


Figure 3.9 A - Diagramme des premiers stades de développement en pépinière de la plantule de *Coula edulis*. B - Caractère suicidaire de la stratégie de germination de "type Durian" décrit par Wright (1904) ; les cotylédons sont restés coincés dans l'albumen et la coque ; ceci a entraîné la mort de l'apex et entravé le développement de la plantule.

Le nombre de racines initiées par les boutures n'est pas affecté par les traitements de rhizogénèse. En effet il n'y a aucune différence significative entre les résultats observés ( $P = 0,2$ , Test Anova, tous essais confondus). Cependant, la longueur moyenne de racine par bouture est influencée par les traitements de rhizogénèse lorsque les essais sont conduits sur sable. Les variations dues aux traitements de rhizogénèse sur substrat de sable sont significatives ( $P = 0,002$ , Test Anova). Les faibles concentrations de AIB à 8 et 40  $\mu\text{g}$  par bouture donnent des résultats

inférieurs à la moyenne des essais sur sable (tableau 3.7). Les traitements de rhizogénèse n'ont pas eu d'effet significatif sur la vitesse d'enracinement des boutures de Makoré (P= 0,993, Test Anova ; fig. 3.12).

*Effets des substrats de bouturage sur le taux et la qualité de l'enracinement*

Le substrat de sable donne un taux d'enracinement plus élevé que celui de sciure de bois (tableau 3.6a et b). La différence observée est statistiquement significative (P < 0,01, test Anova). Les boutures enracinées sur substrat de sable ont des racines plus longues que celles enracinées sur la sciure de bois (P < 0,01, test Anova). Sur le sable, les boutures produisent en moyenne 2 racines contre 1 dans la sciure. Mais la différence observée n'est pas significative (P > 0,5, test Anova).

*La mortalité des boutures*

Le taux moyen de mortalité des boutures est de 24 ±± 4 % pour l'ensemble des essais. Les traitements de rhizogénèse et les substrats de bouturage n'ont aucun effet sur la mortalité des boutures. Les différences observées ne sont pas significatives : pour les traitements, P = 0,80 et pour les substrats, P = 0, 83 (test Anova).

Tableau 3.5 Caractéristiques de croissance et de développement en pépinière des plantules de Makoré et d'Attia âgées de 4 à 5 mois. La différence d'accroissement mensuel en hauteur ( $\Delta_H$ /mois) entre les plantules de Makoré et celles d'Attia est significative (P = 0,01, test de Mann-Whitney).

	Makoré (n = 45)			Attia (n = 6)		
	Moyenne	Min.	Max	Moyenne	Min.	Max
H (cm)	43	25	68	18	15	21
H (cm /mois)	4	2	6	1	0,4	2,1
l. de la 1 <sup>ère</sup> unité d'extension (cm)	14	8	23,5			
l. de l'épicotyle (cm)	nd	nd	nd	7	5	9
Age de la ramification (mois)	2,5	1,5	3,75			
n. de feuilles avant la ramification	8	6	11			

Tableau 3.6a Taux d'enracinement des boutures de Makoré (%) sur substrat de sable. Pour la taille des échantillons, voir notes tableau 3.2.

Essai	Concentrations d'AIB (en µg / bouture)					Moyennes des essais
	0	8	40	200	250	
Sable 1	75	85	60	70	80	74 ±± 10
Sable 2	65	65	80	80	70	72 ±± 8
Moyennes des traitements	70	75	70	75	75	<b>73 ±±3</b>

Tableau 3.6b Taux d'enracinement des boutures de Makoré (%) sur substrat de sciure de bois. Pour la taille des échantillons, voir notes tableau 3.2.

Essai	Concentrations d'AIB (en µg / bouture)					Moyennes des essais
	0	8	40	200	250	
Sciure 1	14	36	44	39	38	34 ±± 11
Sciure 2	44	33	71	62	28	48 ± ±18
Moyennes des traitements	29	34	57	51	33	<b>41 ±± 12</b>

Tableau 3.7 Longueur moyenne (en cm) des racines de boutures de Makoré à l'enracinement

Substrats	Traitements (AIB en µg / bouture)					Moyenne des essais
	0	8	40	200	250	
Sable	4,38	1,34	3,02	4,98	5,59	3,86 ±± 2
Sciure	0,6	1,18	0,74	0,64	0,73	0,78 ±± 0,2
Moyenne des traitements	2,49	1,26	1,88	2,81	3,16	2,32 ±± 1

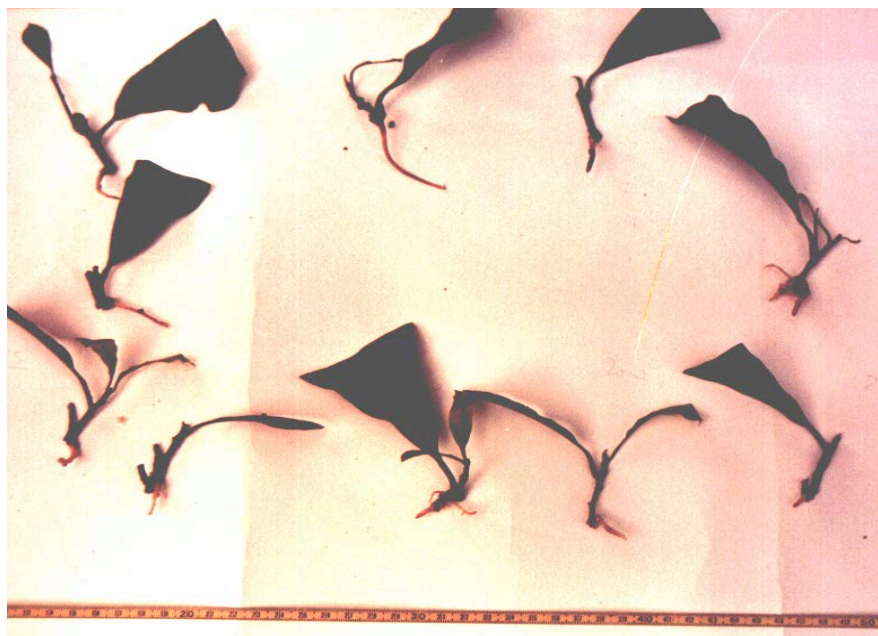


Figure 3.10 Boutures de Makoré enracinées

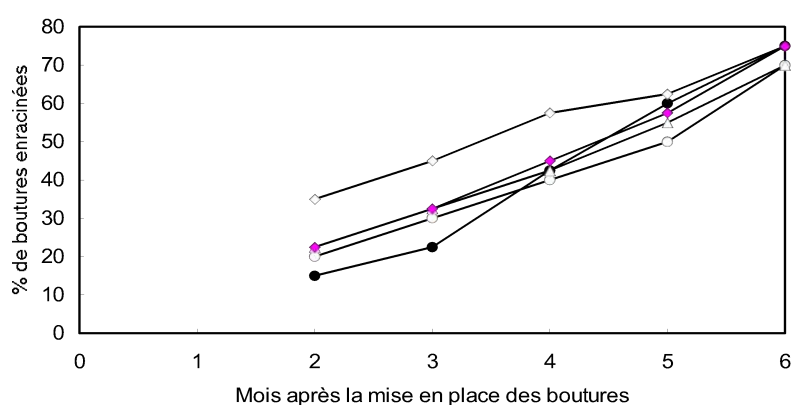


Figure 3.11 Cinétique de l'enracinement des boutures de Makoré sur substrat de sable. Concentrations d'Acide Indole-3-butyrique (AIB) par bouture : o = 0 µg ; • = 8 µg ; Δ = 40 µg ; ◇ = 200 µg ; ◆ = 250 µg.



Figure 3.12 Branches de Makoré enracinées au bout de 8 semaines après le marcottage aérien.

#### *Le marcottage aérien du Makoré*

Pour des raisons pratiques, matériel végétal limité, les essais de marcottage aérien des branches de *T. heckelii* n'ont pu être multipliés. L'essai réalisé en avril 1993 a montré que huit semaines après le marcottage, sur 85 branches marcottées, 33 ont développé en moyenne 3 à 9 racines principales longues de 4 à 20 cm (fig. 3.12) ; 48 étaient encore vivantes et avaient développé des cals et 4 étaient mortes.





Figure 3.13 Branches de *Coula edulis* portant des bourrelets de cals 3 mois après le marcottage

*Le bouturage et le marcottage aérien d'Attia*

Aucune bouture ni marcotte de *C. edulis* n'a initié de racine au cours de nos essais. Les axes marcottés ou bouturés ont développé des cals (fig. 3.13) 2 à 4 mois après le bouturage ou le marcottage et ont fini par mourir sans initier de racine. Les organes végétatifs des axes bouturés peuvent continuer leur développement sans racine pendant un certain temps.

Tableau 3.8 Paramètres de croissance en pépinière des boutures et des plants de Makoré issus de boutures et âgés de 10 à 12 mois. (n = 27)

	Moyenne	Mini – Max	Ecart type
C <sub>b</sub> (cm)	1,26	0,7 - 2,1	0,3
L <sub>b</sub> (cm)	3,5	1,5 - 0,6	1,3
Δ <sub>H</sub> total (cm)	11,15	3 – 24	6,5
Δ <sub>H</sub> /mois (cm / mois)	0,99	2 – 3	0,5
N <sub>fe</sub> / plant	10	5 – 15	3

Tableau 3.9 : Relation entre la taille de la bouture et l'accroissement en hauteur (Δ<sub>h</sub>) des plants de Makoré issus de boutures avec l'équation de la droite de régression y = ax + b. (n = 27). C<sub>b</sub>= circonférence de la bouture ; l<sub>b</sub>= longueur de la bouture; Δ<sub>h</sub>= accroissement en hauteur

	c <sub>b</sub> / h	l <sub>b</sub> / Δ <sub>h</sub>
r <sup>2</sup> :	0,6	0,06
Significane de F :	x x x	NS
Equation y = ax + b :	y = 1,08x + 1,10	y = 0,09x + 2,16

### **3.3.4 Croissance et développement architectural des plants de Makoré issus de propagation végétative**

#### *La croissance et l'architecture*

##### Les plantules issues de bouture

Le tableau 3.8 résume les paramètres de croissance des boutures utilisées et les dimensions des plants générés, âgés de 10 à 12 mois et poussant en pépinière. L'accroissement en hauteur est inférieur à 1 cm par mois et corrélé à la circonférence de la bouture ( $r^2 = 0,6$ ) alors que la longueur de la bouture ( $l_b$ ) ne détermine guère la croissance du jeune plant (tableau 3.9). Les plantules ont développé un axe orthotrope de  $11 \pm 6$  cm de hauteur moyenne portant une dizaine de feuilles (fig. 3.14). A cet âge, seulement 1 plantule sur 27 porte 4 branches latérales plagiotropes.

##### Les plants issus de marcottage

Après enracinement, on observe une redéfinition des fonctions chez les articles des branches marcottées. Le premier article qui porte les racines se différencie en tronc orthotrope à croissance monopodiale. Les autres articles vont continuer à se développer en branches plagiotropes à croissance sympodiale selon le modèle architectural d'AUBRÉVILLE (Hallé et Oldeman 1970; Oldeman 1974) qui caractérise le Makoré (figure 3.15). A environ 2 ans, ces plants ont une hauteur moyenne de  $52 \pm 13$  cm ( $n = 14$ ) et portent en moyenne 1 à 4 branches. Des observations sur 10 mois ont montré que leur accroissement en hauteur est en moyenne de 1 à 5 cm par mois.

#### ***Le système racinaire des plantules de Makoré issues de propagation végétative.***

##### Les plantules issues de boutures

Quatre mois après l'enracinement, près des deux tiers ( $n = 87$ ) des plantules de Makoré issues de boutures, possèdent une racine-pivot orthotrope (fig. 3.16a) ; 29 sur 87 en possèdent 2 et 4 plantules sur 87 ont 3 racines. Ces racines principales ont développé entre 0 et 22 racines latérales plagiotropes. La longueur de racines principales par plantule varie de 3 à 11 cm.

##### Les plantules issues de marcottes

Chez les plantules issues de marcottes, toutes les racines émises au moment de l'enracinement (chap. 3.3.4) ont évolué en racines principales orthotropes. Celles-ci ont à leur tour développé chacune un faisceau de racines secondaires plagiotropes (fig. 3.16b).

### 3.4 Discussion

#### 3.4.1 L'efficacité des stratégies de régénération et leur impact sur la domestication paysanne

*Le Makoré: une espèce facile à propager*

La germination:

Des graines de bonne qualité, mises à germer, sans traitement particulier préalable, dans de la terre de type tout venant et arrosées régulièrement montrent un taux de germination avoisinant 90 % (tableau 3.2.). La germination est rapide.



Figure 3.14 Plantules de Makoré issues de bouture et âgées d'environ 1 à 1,5 ans. La courbure à la base de la tige chez certaines plantules montre une croissance plagiotrope au départ. Au fil du temps, l'axe plagiotrophe se différencie graduellement en axe orthotrope.

La propagation végétative :

*Exigences vis-à-vis des hormones de rhizogénèse.* En propagation végétative, nos essais constituent les premières tentatives jamais faites relatives au Makoré. Les résultats obtenus (chap. 3.3.3) montrent que les boutures et les marcottes s'enracinent avec ou sans application d'Acide Indole 3- Butyrique (AIB). L'application, en concentrations variées de cette hormone de croissance, destinée à

stimuler qualitativement et quantitativement l'initiation et le développement des racines (Leakey et al. 1994 ; Kawase 1964 ; Hess 1962 ; Thiamann et Behnke-Rogers 1950 ; Torrey 1950 ; Gregory et Van Overbeek 1945 ; Cooper 1938 ; Went 1938) ; ne produit aucun effet significatif sur le taux, la vitesse d'enracinement des boutures et le nombre de racines produites. Ce comportement vis-à-vis de l'AIB classe le Makoré dans la catégorie des espèces dites indifférentes aux hormones de croissance (Nandia 1970). En dépit de cette indifférence vis-à-vis de l'AIB, les boutures de Makoré montrent un taux d'enracinement élevé de plus de 70 % sur substrat de sable, contrairement à *Lovoa trichilioides*, une espèce africaine à bois dur aussi indifférente à l'AIB et dont les taux moyens d'enracinement des boutures sont de l'ordre de 40 à 50 % (Leakey et al. 1989; Tchoundjeu 1989).



Figure 3.15 Plantule de Makoré d'environ 1,5 ans, issue de marcottage aérien

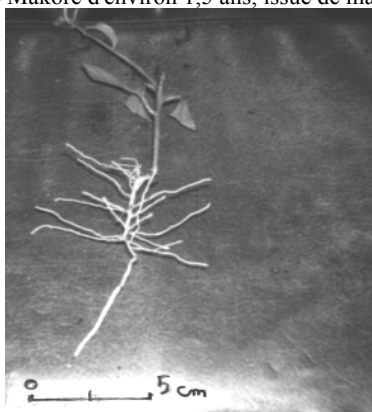


Figure 3.16 Systèmes racinaires des plantules de Makoré issus de propagation végétative.  
A : plantule issue de bouture



Figure 3.16 Systèmes racinaires des plantules de Makoré issus de propagation végétative. B : plantules issues de marcotte. La déformation de racines est due à l'étroitesse des pots dans lesquels les plantules ont été élevées.

*Position topophysique et capacité d'enracinement.* En propagation végétative, l'orientation plagiotrope ou orthotrope et l'origine (partie sommitale ou basale) des axes utilisés affectent leur capacité d'enracinement. En ce qui concerne l'origine des explants, chez certaines espèces, par exemple *Triplochiton scleroxylon* (Leakey 1983), *Agathis dammara* (Smits 1983) les explants provenant des parties sommitales de la cime ou de l'axe s'enracinent mieux. Par contre, chez d'autres telles que *Lovoa trichilioides* (Tchoundjeu 1989), *Prosopis juliflora* (Leakey et al. 1990) en bouturage sous forte humidité, ce sont les explants provenant des parties basales qui donnent les meilleurs taux d'enracinement. Quant à l'orientation des axes, Hallé et Kamil (1981) ont trouvé qu'en marcottage aérien, les axes orthotropes de *Vatica pauciflora* donnent de bons résultats, alors que Smits (1983) fait remarquer que les boutures plagiotropes de *Agathis dammara* s'enracinent plus facilement et rapidement que les boutures orthotropes.

Au cours de nos essais de bouturage, nous n'avons pas fait de sélection de boutures selon leur position topophysique. Des boutures provenant aussi bien de tiges que de branches latérales, en position basale ou terminale, ont été mélangées et utilisées indifféremment. Les taux d'enracinement obtenus se réfèrent donc à l'ensemble des boutures utilisées provenant de diverses origines topophysiques. Compte tenu du fait que le Makoré est du modèle architectural d'AUBRÉVILLE (Hallé et Oldeman 1970 ; Hallé et al 1978) et que ses branches sont constituées par une succession d'articles en sympode plagiotrope par apposition, il est certain que nos échantillons sont composés de plus de boutures issues de branches que de tiges. Par ailleurs, les

sympodes du Makoré sont plagiotropes par apposition (Hallé et Oldeman 1970; Hallé et al. 1978) : c'est-à-dire que la base de leurs articles a une orientation horizontale alors que leur extrémité est verticale. Et ce sont les extrémités orthotropes de ces articles que nous avons bouturées. Par conséquent, nous constatons que les boutures que nous avons utilisées, proviennent toutes de tiges ou de branches orthotropes et sont toutes aptes au bouturage menant à la formation d'un tronc. En marcottage aérien, seules les branches de Makoré ont été utilisées et elles se sont enracinées.

*Les substrats de propagation.* Les substrats généralement utilisés en bouturage sont constitués de sable fin, de gravier, de sciure de bois et de tourbe. Ces différentes matières sont utilisées seules ou en mélange dans des proportions variées. Les boutures réagissent à ces substrats en fonction de leur degré d'aération et de leur capacité de rétention d'eau (Hartmann et Kester 1968). Degré d'aération et capacité de rétention d'eau des milieux de bouturage déterminent chez les boutures les taux de transpiration et de respiration ainsi que bien d'autres processus métaboliques à leur base (Leakey et al 1994). Tous ces processus à leur tour facilitent ou gênent la capacité d'enracinement des boutures (Newton et al. 1992). Pour le Makoré, le sable constitue le meilleur substrat de bouturage d'après nos résultats. Il donne un taux moyen d'enracinement des boutures plus élevé que la sciure (tableau 3.6). Le substrat de sciure de bois présente souvent de nombreuses moisissures à la surface. Est-ce parce que ce milieu est mal drainé et insuffisamment aéré?

*L'Attia : une espèce difficile à propager*

Une stratégie de germination "suicidaire" compensée par la vigueur de la plantule  
La germination de *C. edulis* est de type Durian (chap. 3.3.2). Cette stratégie de germination est assez rare (Ng 1976; Hladik et Miquel 1990; Okali et Onyeachusim 1991) et réputée n'être guère performante en forêt tropicale. Elle a été qualifiée de suicidaire (Wright 1904) et de négativement sélective (Ng 1976). Les espèces qui ont une germination de "type Durian" sont vulnérables. Leurs plantules sont fréquemment sujettes à la pourriture par le haut du fait que les cotylédons et l'épicotyle restent longtemps enveloppés dans l'albumen après la germination (fig. 3.8). Les taux de mortalité qui résultent de cette pourriture peuvent être très élevés (Ng 1983).

*C. edulis* a aussi la rare particularité de combiner la stratégie de "type Durian" avec une germination tardive sur une période très étalée. Ng (1976) a recensé 16 espèces sur 210 à germination de "type Durian". Parmi ces 16 espèces, seule *Strombosia javanica*, de la même famille que *C. edulis* (Olacaceae) montre une germination tardive. Cette double particularité expose davantage les graines à la prédation pendant la germination et les plantules naissantes à l'herbivorie. En effet au cours de cette étude, nous avons constaté par deux fois des dégâts causés aux graines en pépinière par les fourmis magnans (*Dorylus* sp.). Ces fourmis ont envahi la

pépinière pendant la nuit et ont mangé toutes les graines (radicule, hypocotyle et albumen à l'exception de la coque des graines) qui ont amorcé le processus de germination ; sur de nombreuses plantules, nous avons aussi constaté des dommages à la base renflée de l' hypocotyle. La mortalité due à la pourriture (Ng 1983) et les dégâts dus aux insectes et autres animaux observés sur les plantules en pépinière, doivent se rencontrer aussi dans la nature. Ils sont donc l'une des causes directes de la rareté de la germination et des plantules de *Coula edulis* en forêt (Alexandre 1979; De Klerk 1991; les paysans de Taï, comm. pers. et obs. pers.).

Lorsqu'une graine de *C. edulis* réussit à germer, la plantule se ramifie très rapidement, environ 3 semaines après la germination (fig. 3.8). Sur la plantule de *C. edulis*, la mise en place des axes latéraux se fait en même temps que le meristème apical édifie l'axe orthotrope. Ce sont donc des axes sylleptiques (Hallé et al. 1978). Cette simultanéité dans l'édification des différents axes est certes une preuve de vigueur caractéristique des espèces du modèle architectural de ROUX (Oldeman 1974). Mais cette différenciation morphologique très précoce masque certainement des difficultés de dédifférenciation comme nous l'avons constaté en propagation végétative.

#### Une germination tardive

De la Mensbrugge (1966) et De Koning (1983) ont classé *C. edulis* dans la catégorie des espèces à faible taux de germination (moins de 50 %) sans toutefois préciser la durée de leurs essais de germination. Nos résultats (tableau 3.3) montrent que la germination des graines *C. edulis* peuvent atteindre un taux élevé de 60 à 75 % sur une période de suivi de 1 à 2 ans et plus. Les délais de germination (période prégerminative et échelonnement des levées) ont un impact sur le taux de germination. En effet, quand les délais s'allongent, les soins aux semis en pépinière sont négligés ou cessent par l'érosion de l'intérêt du soigneur. Les graines peu ou pas arrosées finissent par se dessécher et perdent assez rapidement (deux à trois jours selon Alexandre 1979) leur pouvoir germinatif.

#### Une régénération végétative non autonome

Les résultats de nos essais de propagation végétative ont montré que cette propagation est une voie sans issue pour la culture de *C. edulis*. Les boutures et les marcottes ont développé des cals (fig. 3.13) sans jamais initier de racine. Ces résultats nous amènent à classer *C. edulis* dans la catégorie des espèces dites récalcitrantes (Nandia et al. 1970). Quelles que soient la nature et les concentrations d'hormones qui leur sont appliquées, les récalcitrantes n'ont développé aucune racine lors des essais. Cependant, dans la nature, *C. edulis* est décrite comme une espèce à régénération végétative abondante (Alexandre 1979 ; De Klerk 1991 ; obs. pers. voir aussi chap. 2). Cette régénération végétative a lieu sur les troncs ou les souches des arbres sénescents ou à moitié déracinés (fig. 3.17). En effet, sur 87 des jeunes plants de *C. edulis* (diamètre < 5 cm) inventoriés sur une parcelle de 120 x

500 m dans le Parc National de Taï, 68 soit les trois quarts environ, ont les mêmes coordonnées géographiques (tableau 3.10). La cartographie de ces jeunes plants montre de nombreux plants alignés (fig. 3.18). Cela laisse supposer que ces plants se soient régénérés le long d'un même axe. Est-ce un tronc ou une racine? Nous pensons que ces plants alignés proviennent plutôt d'un arbre tombé et qui, après une longue période, a été recouvert de terre par l'érosion des eaux et / ou d'une racine d'un arbre sénéscent ou mort (fig. 3.19). Cette stratégie de propagation est selon Alexandre (1979) une multiplication qui permet une occupation de l'espace sans déplacement. Oldeman (1974) a défini la régénération végétative comme une modalité de la réitération. *C. edulis* se conforme au modèle architectural de ROUX, et là, la réitération est souvent rare dans la cime. Michon (1985) a constaté que chez *Shorea javanica* (Dipterocarpaceae) et *Durio zibethinus* (Bombacaceae) deux espèces d'Asie du Sud-Est se conformant au modèle architectural de ROUX, la réitération est absente chez l'une et maladroite chez l'autre. Cette absence ou difficulté de réitération chez les espèces du modèle de ROUX, même sous des conditions expérimentales rigoureuses (Oldeman 1974 ; fig. 3. 20) combinée aux difficultés d'enracinement des axes séparés du tronc que nous avons remarquées chez *C. edulis* au cours de cette étude, nous amènent à constater que la régénération ou propagation végétative de cette espèce n'est pas autonome; elle ne peut se faire en dehors du tronc et du système racinaire d'un arbre préexistant.

#### **3.4.2 Les plants de Makoré issus de propagation végétative : architecture aérienne et racinaire conforme au modèle de base de l'espèce**

Une fois l'explant végétatif enraciné, il reste à savoir si la croissance et le développement des parties souterraines et aériennes du plant généré sont conformes d'une part au modèle architectural de base de l'espèce et d'autre part, aux exigences du paysan utilisateur par rapport à la stabilité arborescente.

##### *L'architecture racinaire du plant de Makoré issu de bouture:*

Le type de système racinaire développé par les plants générés par propagation végétative est un indicateur capital de la viabilité de la technique utilisée. En effet, en plus de sa fonction de nutrition, le système racinaire assure à la plante sa stabilité au sol et sa résistance aux vents (Matheck et Preloce 1994; Shigo 1988).

Selon l'agencement et la production des axes racinaires, trois types de systèmes racinaires anciennement reconnus ont été redéfinis par Kahn (1977, 1980, 1983) : le type primaire, le type secondaire et le type mixte. Le système racinaire de type primaire se caractérise par une racine principale orthotrope ou racine-pivot (*taproot* ou *pen root*) sur laquelle se développent des racines secondaires plagiotropes épaisses, des macrorhizes (Oldeman 1990). Le type secondaire est constitué uniquement de racines plagiotropes adventices produites directement à partir de la tige. Quant au système mixte, il est caractérisé par une dégénérescence graduelle du système primaire et un développement du système secondaire à partir de la tige. Un



système racinaire primaire persistant garantit à une plante sol profond une meilleure stabilité, due particulièrement au pivot. Ceci lui permet de mieux résister aux vents. Le système racinaire de type primaire est caractéristique des plants issus de graines des espèces constituant la voûte des forêts tropicales humides (Kahn 1983). Un système de type secondaire dispense la plante d'un tronc puissant et favorise l'évolution des formes lianescentes, épiphytiques ou herbacées toutes bien connues pour leurs racines adventices (Kahn 1977). Le système de type secondaire est fortement représenté chez les Monocotylédones. Néanmoins, il peut se retrouver chez certaines Dicotylédones propagées végétativement. C'est le cas des certaines espèces telles *Erythrina sp.* (Oldeman 1994 comm. pers.) et *Agathis dammara* (Hallé cité par Smits 1983) qui, propagées végétativement, développent un système racinaire totalement plagiotrope qui les rend vulnérables vis - à - vis des vents lorsqu'elles atteignent une grande taille.

Le système racinaire des plants de Makoré issus de boutures se caractérise par une à deux racines principales orthotropes sur lesquelles se développent de nombreuses racines secondaires plagiotropes (fig. 3.16). Nos observations sur l'architecture racinaire des plants de Makoré issus de bouture se limitent aux deux premières phases d'enracinement des formes arborescentes forestières décrites par Kahn (1978) : il s'agit en effet de la phase orthotrope racinaire qui, dans une première phase, produit des chevelus racinaires et de la phase de production, à partir de la phase positrope, de macrorhizes diatropes (Oldeman 1990) c'est-à-dire de racines secondaires latérales horizontales. La présence d'un axe racinaire initial positrope produisant des axes racinaires secondaires latéraux et la prédominance spatiale de ces axes latéraux chez les plants étudiés (chap. 3.3.4), montrent que l'architecture racinaire du plant de Makoré issu de bouture est de type primaire et se conforme au modèle de base de l'espèce. Celui-ci est le même qui caractérise les plants issus de graines des espèces de la voûte forestière (Kahn 1983) et le Makoré est une espèce émergente de la forêt de Taï. Nos boutures mènent donc à la réitération du modèle d'AUBRÉVILLE au complet, y compris les racines (Oldeman 1974 ; Hallé et al 1978 ; Oldeman 1990 ; Atger 1992).

Tableau 3.10 : Répartition des jeunes plants de *Coula edulis* selon leurs coordonnées géographiques. Tableau réalisé d'après les données de la parcelle Para I (De Klerk comm. pers. 1991)

<b>Blocs d'inventaire</b>	<b>Nombre de plants par bloc</b>	<b>Nombre de plants par coordonnées</b>	<b>Nombre de souches d'arbres</b>
P.I.1	5	1-1-2-1	4
P.I.2	6	1-1-4	3
P.I.3	22	1-1-1-1-1-2-5-5-5	9
P.I.4	8	1-1-1-1-1-3	6
P.I.5	24	1-1-1-2-3-5-11	7
P.I.6	22	1-2-6-6-7	5
Total	87		34



Figure 3.17 Régénération végétative de *Coula edulis* à partir d'arbres sénescents. Noter sur la photo le tronc creux de l'arbre (Photo C. Koulohi, 1994).

*Position topophysique des explants végétatifs et différenciation morphologique des plants générés*

En propagation végétative, l'orientation plagiotrope ou orthotrope des axes utilisés affecte aussi la morphologie des plants générés. L'effet de la topophysie sur la morphologie des plants varie selon les espèces. Chez plusieurs espèces de Dipterocarpaceae d'Asie du Sud-Est, les plants provenant de branches plagiotropes ont une croissance plagiotrope (Smits et al. 1994). Ce sont donc des branches enracinées. Mais, Neogy (1970) rapporte que des plants issus de boutures de branches plagiotropes de *Cryptomeria japonica* plantés au Bengal ont une croissance normale avec un tronc ramifié. Les (macro) boutures de *Bursera penicillata*, *Morus alba*, *Tamarix aphylla* et *Platanus orientalis* donnent des résultats satisfaisants dans la vallée du Cachemire en Inde (Bhatnagar 1973). La présente étude montre que les plants issus de boutures et de marcottes de Makoré ont développé une tige orthotrope à croissance monopodiale et des branches latérales plagiotropes par apposition. Chez les branches marcottées, on observe une redéfinition des fonctions au sein des éléments de sympodes. L'article de sympode portant les racines s'érige en tronc alors que les autres articles conservent leur fonction d'axes latéraux (Chap. 3.3.4 et fig. 3.16 ). Les branches latérales bouturées du Makoré donnent dans un premier temps une plantule à croissance plagiotrope.

Puis progressivement, le temps nécessaire pour "téléscoper dans sa mémoire" (Rossignol et al 1998) la programmation plagiotrope, la plantule adopte une croissance orthotrope (fig. 3.14). Le passage de la croissance plagiotrope à la croissance orthotrope s'observe aussi chez les branches des jeunes plants de Makoré issus de graines. En effet, nous avons pu constater au cours de nos observations sur les plantules de Makoré plantées par les paysans que lorsque le tronc orthotrope est cassé, la branche immédiatement en dessous de la zone de cassure se redresse progressivement pour se substituer à la partie cassée du tronc. Par conséquent, nous pouvons dire que la plagiotropie par apposition n'est pas fixée chez les branches de Makoré et que les plants issus de boutures et de marcottage réitèrent le modèle architectural de base du Makoré : le modèle d'AUBRÉVILLE (Hallé et Oldeman 1974 ; Hallé et al 1978 ; Oldeman 1990).

### 3.5 Conclusions

La germination, la propagation végétative et l'architecture aérienne et racinaire des plantules de *Coula edulis* et *Tieghemella heckelii* ont fait l'objet de ce chapitre. Les résultats obtenus et discutés, nous amènent à faire les remarques suivantes :

#### *La propagation par graines*

Le Makoré se propage facilement par graines dans les conditions du milieu paysan. Les graines germent rapidement et donnent un taux de germination élevé. Toutefois, il faut éviter un dessèchement des graines. Une exposition au soleil ou une conservation prolongée entraîne une perte du pouvoir germinatif.

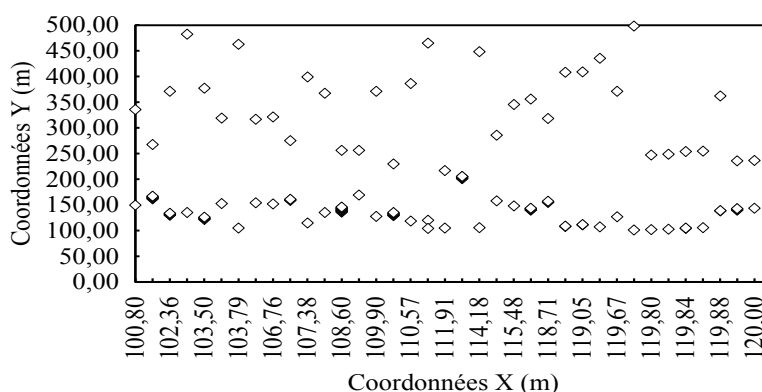


Figure 3.18 Position des pieds des jeunes plants de *Coula edulis* sur une parcelle d'étude dans le Parc National de Taï (d'après les données de la parcelle Para I. De Klerk 1991 comm. pers.). Noter l'alignement et la superposition de nombreux points représentant les arbres, montrant que ces derniers ont une origine végétative commune.

Tableau 3.11 Espèces à bois dur (hardwood species) de valeur commerciale de la forêt tropicale humide de l'Afrique de l'Ouest propagées végétativement avec succès. C.I. = Côte d'Ivoire; Cam. = Cameroun; Gha= Ghana; Nig. = Nigeria; UK= Royaume Uni

Espèces	Familles	Pays	Sources
<i>Entandrophragma angolense</i>	Meliaceae	UK	Ladipo et al
<i>Entandrophragma cylindricum</i>	"	Nig. Cam. Gha.	1994
<i>Khaya ivorensis</i>	"	Cam. Nig. UK	"
<i>Lovoa trichilioides</i>	"	Cam. C.I; UK	"
<i>Mansonia altissima</i>	Sterculiaceae	Gha. Nig.	'
<i>Mitragyna stipulosa</i>	Rubiaceae	Nig. Gha. Cam. UK	"
<i>Milicia excelsa</i>	Moraceae	Gha. Cam.	"
<i>Nauclea diderichii</i>	Rubiaceae	Nig. Gha. Cam. UK	"
<i>Pericopsis elata</i>	Papilionaceae	Gha.	"
<i>Terminalia ivorensis</i>	Combretaceae	Nig.C.I. Cam. UK	"
<i>Terminalia superba</i>	"	Nig. Cam. C.I. UK	"
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Sterculiaceae	Gha. Nig. Cam. C.I, Uk	"
<i>Tieghemella heckelii</i>	Sapotaceae	CI	Cette étude

#### La propagation végétative

En ce qui concerne le Makoré, la propagation végétative par bouturage et marcottage aérien est possible. Elle ne nécessite pas de traitements chimiques (hormones de rhizogénèse) parfois inaccessibles aux paysans en raison de leurs prix élevés et de leur absence sur les marchés locaux. Pour l'Attia, cette étude a montré que l'espèce est réfractaire à la multiplication végétative par techniques simples.



Figure 3.19 : Processus supposé de régénération et de propagation végétative naturelles de *Coula edulis* à partir de troncs d'arbres à moitié déracinés. L'arbre sur la photo (tronc vertical), observé dans le Parc National de Taï, semble avoir poussé sur le tronc d'un arbre déraciné couché par terre (tronc vertical). (Photo A. Verrier 1998)

En matière de propagation végétative du Makoré, cette étude constitue à notre connaissance, la première du genre. Les résultats obtenus permettent d'ajouter le Makoré à la liste des espèces de forêts tropicales humides (annexe 3.1) et d'Afrique de l'Ouest à bois dur (hardwoods) (tableau 3.11) propagées par voie végétative avec succès selon des techniques simples. La propagation du Makoré ne pose donc pas de problème pour sa domestication par des paysans. Il reste donc à savoir dans quelles conditions écologiques, économiques et sociales ces derniers seront prêts à domestiquer cette espèce (chap. 4).

Les graines d'Attia sont longues à germer. Mais avec beaucoup de patience, et à condition de continuer à apporter des soins réguliers aux semis (arrosage, protection contre les prédateurs), on peut obtenir des taux de germination élevés dans les conditions du milieu paysan.



Figure 3.20 *Casearia macrophylla*, Flacourtiaceae du modèle architectural de ROUX. Noter les "difficultés" de réitération traumatique chez la plante : toutes les branches sectionnées sont mortes et le tronc étêté a du mal à refaire une pousse (Photo reproduite d'après Oldeman 1974, avec la permission de l'auteur)



#### 4. REPONSES PAYSANNES A LA DOMESTICATION DU MAKORE ET DE L'ATTIA

##### Introduction

De nombreuses communautés paysannes à travers le monde ont éprouvé à un moment de leur histoire le besoin de domestiquer les espèces végétales et en ont inventé l'art. Nous avons défini dans le premier chapitre la domestication comme l'action de sélectionner des espèces sauvages et les cultiver. Cette mise en culture peut se faire par transplantation des plantules de la forêt ou de la pépinière au champ cultivé ou par semis direct des graines. Des pratiques très anciennes de domestication d'espèces arborescentes forestières abondent dans l'agriculture traditionnelle tropicale. Les agroforêts indonésiennes (De Foresta et Michon 1993, Michon 1985 ; Michon et al 1983, 1986 ; Torquebiau 1984), les fragments survivants de l'agriculture Maya ( Remmers et de Koeijer 1982 ; Gomez-Pompa et Kaus 1990 ; Gomez-Pompa 1991), les systèmes agroforestiers des caboclos et des indiens Kayapó brésiliens (Bahri 1988 ; Gely 1989 ; Guillaumet et al 1990 ; Anderson 1990 ; Posey 1985) et ceux des Ribereño péruviens (De Jong 1995) ou des diverses communautés à travers toute l'Amazonie (Hecht et Cockbrun 1990) en sont des exemples.

En Afrique tropicale, des pratiques anciennes de domestication existent bien entendu aussi (Okafor et Fernandes 1987) mais elles sont moins complètement décrites. Cependant, la pratique de la protoculture (Schnell 1957 ; Chevalier 1947) qui consiste à favoriser la régénération naturelle des espèces utiles y est courante et peut être considérée comme un début de domestication. Il en est de même pour les pratiques de gestion soutenue des ressources forestières qui consistent à contrôler leur utilisation (Shepherd 1992 ; Sorensen 1993 ; Thomson et Coulibaly 1995). L'épargne de certains arbres lors des défrichements par les paysans Guéré et Oubi du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire (De Rouw 1979), et ceux du Mali (Park 1799, cité par Dewees 1995), la gestion des forêts communautaires à *Raphia spp.* par les Guéré et Oubi (Bonnéhin 1989; 1992), les palmeraies (*Elaeis guineensis*) des Nidrou de l'Ouest de la Côte d'Ivoire (Schwartz 1982), celles du Sud - Est du Nigeria (Sownmi 1985), les parcs à karité (*Butyrospermum paradoxum*) et à *Lophira lanceolata* (Seignebos 1982) ou à *Faidherbia albida* (Bonkougou 1992) et les fortifications végétales des zones soudano-sahéliennes (Seignebos 1980) sont tous des exemples de gestion durable des ressources forestières en Afrique tropicale.

Toutes ces pratiques de domestication ou de gestion durable de ressources forestières naissent et se développent à la faveur des contextes socio-économiques et politiques spécifiques.

#### **4.1 Les facteurs affectant les stratégies paysannes de domestication**

La décision de planter des arbres, le choix des espèces et des sites de plantation, les densités d'arbres plantés, l'intensité des soins qui leur sont apportés constituent des ensembles complexes de comportements que nous appelons les stratégies de domestication ou, de façon générale, des stratégies agricoles selon De Jong (1995). Dans la littérature, on constate que ces stratégies sont diversement influencées par de nombreux facteurs dont la disponibilité des ressources forestières, de la main d'œuvre, des terres, et la législation régissant les terres et les arbres.

##### *L'accès aux ressources forestières*

L'histoire de la domestication et/ou de l'utilisation contrôlée des ressources forestières est une conséquence de l'état des ressources sur les terroirs. Lorsque les ressources forestières diminuent ou deviennent difficiles d'accès, les paysans éprouvent le besoin d'une gestion communautaire des ressources ou de recréer ces ressources dans le cadre de l'exploitation agricole familiale ou individuelle (Michon 1985 ; Gilmour 1990, 1995 ; Arnold 1992, 1995 ; De Jong 1995 ; Scherr 1995 ; Warner 1995).

##### *Droit régissant les terres et les arbres*

Le rôle des droits de propriété régissant la terre et les arbres en matière de foresterie et de plantation d'arbres est largement discuté dans la littérature (Fortmann et Riddell 1985 ; Raintree 1987 ; Fortmann et Bruce 1988). Ces droits affectent particulièrement la décision de domestiquer des arbres (Fortmann et Bruce 1988 ; Warner 1995 ; Fortmann et Nihra 1992). Quand les droits fonciers sont incertains et que la terre est un bien commun, planter des arbres peut permettre d'acquérir ou de maintenir des droits sur la terre (James et Fimbo 1988 ; Million 1955 ; Dewees et Saxena 1995a). Dans certains cas, les paysans n'hésitent pas à accroître le nombre d'arbres dans les champs afin de garantir leurs droits sur les parcelles cultivées. Dans d'autres cas, la plantation d'arbres est purement interdite pour éviter une appropriation individuelle de la parcelle (Meek 1968 ; Swanson 1979 cité par Fortmann 1988). Et dans tous les cas, les paysans plantent davantage d'arbres lorsque la terre leur appartient (Warner 1995).

##### *Disponibilité foncière et force de travail (main d'œuvre)*

L'impact de la disponibilité foncière et de la force de travail sur la décision de planter est variable. Le manque de terre et de main d'œuvre ou leur abondance peuvent être soit un facteur limitant soit un avantage pour la domestication. Les exemples ci-dessous illustrent l'impact de ces deux facteurs sur la plantation d'arbres.

- Les paysans de Siaya et du Sud Nyanga au Kenya augmentent la densité d'arbres dans les champs et les superficies plantées lorsque les terres cultivables deviennent rares (Scherr 1995).



- Dewees et Saxena (1995b) et Warner (1995) rapportent qu'au Kenya le manque de main d'œuvre favorise la plantation d'arbres dans les champs car les arbres nécessitent peu d'entretien par rapport à d'autres cultures.
- Dans le Nord du Pakistan, le manque de terre et de main d'œuvre combiné au manque d'eau limitent la plantation d'arbres par les paysans (Agarwal 1986 ; Dove 1995).
- En Inde, les petits propriétaires terriens plantent peu d'arbres (Dewees et Saxena 1995b).

#### 4.2 Objectifs de recherche

Au cours de ces dernières décennies, de nombreux facteurs ont contribué à réduire fortement les ressources forestières ivoiriennes et leur accès aux paysans :

- la Côte d'Ivoire a fait l'amère expérience du rythme de déforestation le plus rapide du monde : Buttoud (1989) estime à plus de 300.000 ha les superficies de forêt détruites chaque année entre 1975 et 1985. Fairhead et Leach (1998) trouvent ce chiffre exagéré. Mais, quiconque traverse le pays peut remarquer un fort recul de la couverture forestière, et un manque total de couverture intacte sauf dans le Parc National de Taï ;
- la législation et la police forestière ont été renforcées pour une meilleure conservation des derniers massifs forestiers de la région (Parc National de Taï, Forêt Classée du Cavally) en interdisant leur accès aux paysans riverains ;
- l'exploitation forestière continue d'écrémer le paysage végétal ivoirien et ses reliques forestières de tous les arbres à partir de 50 cm de diamètre dont le bois, comme celui du Makoré, a une valeur commerciale ;
- la population autour du Parc National de Taï a considérablement augmenté (Bonnéhin 1991 ; Kienz 1992) du fait d'une forte immigration agricole qui a décimé l'espace forestier du Sud-Ouest ivoirien (Léna 1985).

Dans un tel contexte d'épuisement soutenu, de dégradation forcée et accélérée des dernières ressources forestières, il importe d'évaluer les réponses des paysans face à cette situation. Ce chapitre vise donc à :

- 1 faire le point sur l'évolution du comportement vis-à-vis de la domestication du Makoré et de *Coula edulis* dans la zone de recherche et d'en décrire les différentes étapes;
- 2 déterminer les motivations, les stratégies et les contraintes actuelles des paysans pour la domestication;
- 3 discuter des perspectives d'avenir de la domestication paysanne dans la région de Taï.

#### 4.3 Méthode d'étude

*Collecte des données : la participation active des paysans*

Les renseignements et les données sur l'histoire, les contraintes et les motivations de la domestication du Makoré, les stratégies et les caractéristiques des paysans ont été obtenues par enquêtes, interviews informelles et observations directes. Les enquêtes ont été faites en 1990 auprès de 65 ménages dans trois villages de la région de Taï : Gouléako (10), Ponan (34) et Zaipobly (21). Cet échantillon représente la moitié de l'ensemble des ménages autochtones Oubi et Wê dans les trois villages. Les observations et interviews ont été faites tout au long de l'étude, dans les villages situés dans un rayon de 15 à 20 km de part et d'autre de la bourgade de Taï, (fig. 1.1) et auprès des paysans qui plantent du Makoré. Du matériel pour l'établissement des pépinières individuelles a été mis à la disposition des paysans qui en ont fait la demande et, parallèlement à cela, une pépinière a été installée par le projet dans le village de Zaipobly. A la pépinière du projet, chaque paysan pouvait dans la limite du stock disponible, se procurer gratuitement la quantité désirée de plantules. Le nom, l'âge et le sexe des paysans qui se sont procurés des plantules à la pépinière du projet ont été relevés ainsi que la quantité de plantules reçues et les indications sur les sites de plantation. Ceci illustre bien notre démarche de recherche (chap. 1.5) : la réalisation technique des essais est faite par les paysans eux-mêmes. Ici, contrairement à la démarche universitaire classique des essais aux champs (Rohrmoser 1986), ce sont les paysans qui choisissent, selon leurs convenances, les champs d'essai, les dispositifs d'expérimentation. Les résultats de leurs expériences sont relevés et analysés par le chercheur. Bien entendu, ceci exige une méthode d'analyse adaptée.

*Analyse des données: une combinaison de statistique classique et de logique floue*

La compilation de toutes les données collectées nous a permis de dégager les stratégies et les facteurs qui les déterminent. Les effets des différents facteurs sur la volonté paysanne de domestiquer le Makoré ont été comparés par analyse de variance. La démarche de la logique floue et la notion de sous-ensembles flous (McNeill et Freiberger 1993; Kosko 1995; Bouchon-Meunier 1995) nous a permis de faire une classification des paysans selon leur degré d'intérêt à la domestication. Cette méthode d'analyse de données présente l'avantage de traiter des classes en évitant l'utilisation arbitraire des limites rigides. Ainsi le degré d'intérêt de chaque paysan à la domestication a été calculé selon la formule suivante :

$$f_A : X \rightarrow [0,1]. \text{ Si } x \geq n, f_A(x) = 1; \text{ si } x < n, f_A(x) = x/n$$

où

A = l'ensemble des paysans impliqués dans la domestication du Makoré de 1990 à 1995

$f_A$  = fonction d'appartenance à A ;

x = l'effort de domestication fourni par chaque paysan. Le paramètre de cet effort est le nombre total de Makoré planté par paysan ;

$n$  = l'effort moyen de domestication dont le paramètre est le nombre moyen de Makoré planté par l'ensemble des paysans.

Les paysans pour lesquels la fonction  $f_A$  prend les valeurs suivantes sont :

$f_A(x) = 1$  : très intéressés et constituant le noyau de l'ensemble A.

$f_A(x) > 0,5$  : assez intéressés

$f_A(x) < 0,5$  : peu intéressés



Figure 4.1 : Makoré défendu par les villageois de Zaipobly contre l'exploitation forestière. Les rameaux de palmier à huile, autour du tronc de l'arbre signifient que celui-ci est sacré. Ces pratiques dissuadent les prospecteurs de compagnies d'exploitation forestière qui croient au fétichisme. (Photo L. Bonnèhin, 1991)



Figure 4.2 : Makoré planté en 1978. Photo L. Bonn hin, Décembre 1992

#### **4.4 Résultats**

##### **4.4.1 De la protoculture à la culture : l'histoire de la domestication paysanne du Makoré   Taï**

Du temps où les ressources forestières étaient abondantes, les Gu r s (W ) et les Oubi ne plantaient pas d'arbres forestiers indigènes. Ils se contentaient de favoriser la croissance des plantules issues de régénération naturelle et d'épargner les arbres lors des défrichements. La plantation d'arbres était un tabou car, selon une légende, celui qui plante un arbre était condamné à mourir avant que l'arbre ne puisse produire des fruits. Cette attitude qui décourage les gens à planter des arbres forestiers indigènes est répandue en Afrique. Selon Schnell (1957), Chevalier pense que *"l'interdiction de planter des espèces indigènes a été édictée par les féticheurs à l'aurore de l'agriculture afin de favoriser le développement des nouvelles cultures au détriment de la vieille protoculture"*. A Taï, à la question "pourquoi le planteur doit-il forcément mourir avant la maturité de l'arbre? Il m'a été répondu : *"les arbres, nous les avons trouvé sur terre. Gnonsoa (Dieu) les a plantés et pour pousser ils ont eu besoin de plus de temps que ne dispose un homme pour vivre."* Vl i†, paysan de Zaipobly, (comm. pers. Juillet 1990). Au Kenya et en Zambie, les paysans perçoivent la plantation d'arbres locaux comme un acte exclusivement

réservé à Dieu (Kwesiga et Chisumpa 1990 ; cité par Warner 1995) ou voient ces arbres comme quelque chose qui était déjà en place avant eux et qui doit être utilisé, géré plutôt que d'être replanté (Feldstein et al. 1990). Mais en 1969, lorsque les entreprises d'exploitation forestière ont commencé les premières coupes de Makoré dans la région de Taï, les paysans ont violé le tabou en mettant, volontairement, cette espèce en culture. Ce fut le début de l'histoire de la domestication du Makoré dans cette région. Cette histoire, nous voulons la décrire sur trois périodes :

- 1 la période de la protoculture (avant 1969)
- 2 les timides débuts de la domestication (période de 1969 à 1989)
- 3 le renouveau de la domestication à partir de 1990.

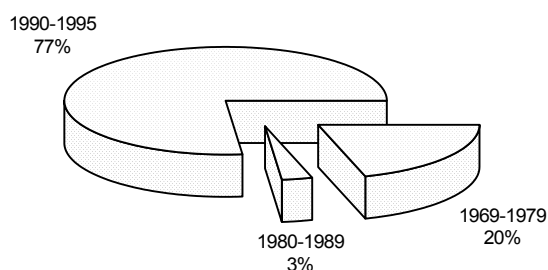


Figure 4.3 Répartition des initiatives paysannes de domestication du Makoré de 1969 à 1995

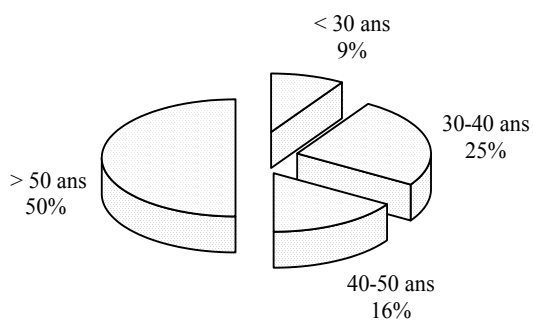


Figure 4.4 Répartition par classe d'âge des paysans ayant planté le Makoré de 1990 à 1995 (N = 44)

### ***La période de la protoculture***

C'est la période antérieure à la fin de la décennie 60. A cette époque, les Makoré et, de façon générale, les arbres utiles étaient épargnés lors des défrichements. Quelques graines de fruits de Makoré mis à fermenter en vue du dépulpage ont germé. La croissance de ces plantules, au même titre que celles issues de régénération naturelle, a été favorisée. Aujourd'hui, ces arbres et plantules sont devenus de grands Makoré de 50 à 80 cm de diamètre fortement convoités par les exploitants forestiers mais que les paysans protègent jalousement dans les champs de café ou dans les jachères (fig. 4.1)

### ***Les timides débuts de la domestication***

Il s'agit ici de la période de la domestication en tant qu'acte volontaire de mise en culture des arbres d'espèces sauvages. Cette période commence en 1969 et dure jusqu'à la fin des années 80. C'est la période des initiatives spontanées. La phase de 1969 à 1979 constitue la phase pionnière qui commence avec le début de l'exploitation forestière massive dans la région de Taï. Les premières coupes de Makoré dans cette région datent de 1969 (Koné et Sanogo 1992 comm. pers.). Les arbres plantés au cours de cette phase ont tous la même histoire : des graines semées proviennent de Makoré qui se trouvaient dans le champ ou la jachère des paysans et qui ont été abattus alors qu'ils portaient des fruits. Aujourd'hui, on retrouve les Makoré plantés au cours de cette phase autour des emplacements des anciens campements occupés par des plantations de café ou des jachères. Au cours de la décennie 80, seulement deux cas de plantations ont été relevés (tableau 4.1). Cette fois, les graines ou plantules utilisées proviennent selon les paysans, du Parc National de Taï car les arbres en âge de produire des graines sont devenus rares en dehors du Parc. La plantation est alors faite par des villageois travaillant à la Station de Recherches Scientifiques dans le parc. Les Makoré plantés au cours de cette période, mesurent actuellement entre 6 et 30 m de haut et ont un diamètre qui varie de 6 à 40 cm (tableau 4.1). Certains de ces Makoré ont atteint la maturité sexuelle et produisent des fruits après 10 à 20 ans (tableau 4.1, fig. 4.2).

### ***La période de renouveau et de consolidation de la domestication***

Cette période qui commence en 1990 marque une reprise importante des initiatives de domestication (fig. 4.3) Cette période correspond à l'époque des projets de recherche sur les produits forestiers non ligneux (Van der Put 1990 ; Bonnèhin 1991) et sur la domestication paysanne des espèces fruitières forestières dont les résultats font l'objet du présent ouvrage. Au cours de cette période, il a été planté environ 20 fois plus de Makoré qu'au cours des vingt précédentes années. En effet, 1402 pieds de Makoré ont été plantés par 49 paysans individuels et 600 pieds par un groupement de 16 femmes à Zaipobly; soit au total près de 6 ha de Makoré à raison d'une densité de 357 tiges à l'hectare. Les femmes du groupement de Zaipobly ne sont pas comptabilisées parmi les paysans dont nous analysons le comportement dans ce chapitre. Parmi ces 49 paysans, 44 résident dans la zone d'étude circonscrite dans un rayon de 15 à 20 km autour de la bourgade de Taï (fig. 1.1), et 5 en dehors

de cette zone (tableau 4.2). La figure 4.3 illustre la répartition par période des initiatives de domestication recensées dans la région de Taï.

#### 4.4.2 Caractéristiques de la domestication des Makoré

##### *Les sites de plantation*

A Taï, les paysans associent le Makoré à quatre systèmes de culture. Ce sont les plantations de cultures pérennes de rente et plus particulièrement les plantations de café (fig. 4.5) ; la succession "culture de riz - jachère à *Chromolaena odorata* (syn. *Eupatorium odoratum*)" ; les bordures de champs et les sous-bois de forêt secondaire. Ces systèmes sont décrits en détail dans le chapitre 5. Dans l'association "Makoré - cultures de rente", les Makoré sont plantés soit en mélange ou en ligne en bordure des plantations. L'association Makoré - cultures de rente est le système le plus utilisé suivi par le système "Makoré - succession culture de riz - jachère à *Chromolaena odorata*". Mais dans ces deux systèmes, le nombre moyen d'arbres plantés par paysan est sensiblement égal (tableau 4.2).

##### *La domestication du Makoré: une affaire d'hommes ou de femmes, de jeunes ou de vieux?*

Selon les résultats présentés dans le tableau 4.2, il y a plus d'hommes que de femmes qui s'intéressent à la domestication du Makoré. Près des trois quarts des cas de plantation individuelle de Makoré enregistrés au cours de 1990 à 1995 ont été effectués par les hommes. Les hommes plantent en moyenne plus d'arbres que les femmes. Dans la majorité des cas, ces hommes associent le Makoré aux cultures de rente alors que les femmes l'introduisent dans la succession "culture de riz - jachère à *Chromolaena odorata*". Les deux tiers des paysans impliqués dans la domestication ont plus de 40 ans (fig. 4.4).

##### *L'effort de domestication du Makoré dans la région de Taï*

Pour l'ensemble des 49 paysans, le nombre moyen de Makoré plantés par paysan figure dans le tableau 4.2. Seulement un tiers des paysans (16 sur 49) a fourni un effort supérieur à la moyenne en plantant un nombre d'arbres supérieur à la moyenne de l'ensemble des paysans. Ces 16 paysans qui se sont montrés très intéressés constituent donc le noyau de l'ensemble des planteurs de Makoré dans la région. Dix pour cent des paysans sont assez intéressés et 53 % peu intéressés. Le degré d'intérêt des paysans varie aussi d'un village à l'autre (fig. 4.6). A Kéibly et à Ponan, la majorité (N = 9 et 11) des paysans ayant planté le Makoré de 1990 à 1995 sont franchement intéressés par la domestication.

##### *L'approvisionnement en plantules*

La majorité des paysans se sont approvisionnés en plantules à la pépinière du projet. Mais lorsque le paysan établit lui-même sa propre pépinière, le nombre moyen d'arbres plantés est plus élevé (tableau 4.2). La différence observée entre les deux cas est significative ( $P < 0.01$ , test Anova).

#### **4.4.3 Les facteurs déterminant les stratégies paysannes de domestication du Makoré**

Les bénéfices que les paysans espèrent tirer des Makoré plantés contre la force requise de travail influencent leur choix pour les systèmes de cultures et la quantité d'arbres qu'ils plantent. La législation foncière, le droit sur les arbres plantés ne semblent pas influencer les stratégies actuelles de domestication.

##### ***Les bénéfices des produits du Makoré***

Le Makoré fournit deux types de produits à valeur économique : le bois très recherché par l'industrie nationale et internationale du bois et l'huile extraite des graines, recherchée au niveau local (voir chap. 2). Chez les paysans de Taï, l'huile constitue la première motivation pour domestication de cette espèce. L'enquête de 1990 a montré que 79 % des ménages interrogés (N= 65) veulent planter le Makoré uniquement pour son huile ; seulement 21 % d'entre eux planteraient à la fois pour l'huile et le bois. Sur les 49 paysans qui ont planté du Makoré de 1990 à 1995, 39 ont planté pour l'huile et 10 l'ont fait pour l'huile et le bois (tableau 4.2). Les objectifs de production visés affectent de façon significative ( $P < 0,05$ , test Anova) le nombre moyen d'arbres plantés. Lorsque la vente de bois est envisagée, le paysan plante en moyenne  $73 \pm 54$  pieds de Makoré contre  $17 \pm 14$  dans le cas où la production d'huile est le seul objectif (tableau 4.2). Les grands écarts autour des moyennes sont à noter.

##### ***La force de travail***

Dans la région de Taï, la force de travail est un facteur limitant de l'économie de plantations chez les autochtones (Ruf 1979, 1982; Léonard et Ibo 1994 et 1995). Dans le contexte de la domestication, elle apparaît aussi comme un facteur limitant. En effet, la totalité des paysans qui ont associé le Makoré aux cultures de rente justifient leur choix par la nécessité de rentabiliser au maximum le travail sur les plantations. Ils veulent faire d'une pierre deux coups : "*quand nous nettoyons les caféiers, nous nettoyons par la même occasion les Makoré plantés*" disent-ils. On constate que le nombre moyen d'arbres plantés par paysan dans les plantations de cultures de rente est plus élevé que dans les autres systèmes (tableau 4.2). Mais il n'est pas évident qu'un lien explicite existe entre la disponibilité de la main d'œuvre et le nombre de Makoré plantés par paysan.

##### ***La disponibilité foncière***

Le manque de terre n'apparaît pas encore comme un facteur limitant pour la domestication du Makoré. Sur les 49 paysans ayant planté le Makoré de 1990 à 1995, 3 seulement ont évoqué le problème de manque de terre. Ces 3 paysans ont alors planté en sous-bois de forêt secondaire et en bordure de plantations de café.



**Le droit régissant la terre et les arbres**

Dans la région de Taï, le droit sur la terre est distinct du droit régissant les arbres. Dans les textes officiels, la terre appartient à l'Etat. Mais dans la pratique, les terres sont appropriées. Le slogan présidentiel de 1970 selon lequel "*la terre appartient à celui qui la met en valeur*" (en la défrichant) a favorisé le passage de la propriété collective à la propriété privée individuelle ou familiale. Les populations autochtones réclament la propriété des terres puisqu'elles sont les premiers occupants de l'espace. Et chaque famille ou individu s'approprie les terres jadis exploitées par ses aïeux, même de façon plus ou moins extensive. L'héritage se fait de parents à enfants. Les femmes peuvent hériter des terres de leurs parents lorsqu'elles sont célibataires ou divorcées. Les terres peuvent être cédées à des tiers par vente ou donation. Ces pratiques héritées du droit d'usage coutumier sont implicitement reconnues par l'administration (Paulus et al. 1996).

Tableau 4.1 : Caractéristiques de quelques Makoré plantés par les paysans dans les villages de Kéibly, Ponan et Zaipobly, région de Taï entre 1969 et 1989. Les mesures ont été prises en Décembre 1992. Nd = non déterminé ; pf = pas de fructification observée.

Année de plantation	Age (ans)	Nombre de tiges	Hauteur (cm)		Diamètre (cm)		Année de la première fructification
			Moy.	$\sigma$	Moy	$\sigma$	
1969	23	9	25	2	35,5	16	1986
1969	23	8	25	3	35	6,5	nd
1971	21	7	28	2	37	4	1988
1972	20	3	11	1	16	5	nd
1972	20	13	9	2	13	4	nd
1973	19	2	15	0	25	0,45	1990
1974	18	3	16	4	19	8	pf
1974	18	12	17	4	27	7	nf
1974	18	7	nd	nd	nd	nd	1989
1976	16	1	6	nd	8	nd	1988
1976	16	1	6	2	6	8	pf
1978	14	4	27	1	33	3	pf
1981	11	7	3	0,2	10		

Tableau 4.2 : Caractéristiques et paramètres de l'effort de domestication du Makoré à Tai de 1990 à 1995. Comme paramètre de l'effort de domestication nous avons choisi le nombre moyen de Makoré plantés.

	N	Nombre d'arbres / paysan		% du nombre total de Makoré plantés de 1990 à 1995
		Moy.	$\sigma$	
Ensemble des paysans	49	29	35	100
Hommes	32	36 <sup>a</sup>	42	81
Femmes	17	16 <sup>b</sup>	11	19
Motif de la domestication				
Huile	39	17 <sup>a</sup>	16	48
Huile + bois	10	73 <sup>b</sup>	55	52
Provenance des plantules : pépinière du				
Projet	8	17 <sup>a</sup>	14	48
Paysan	2	126	126	18
Paysan + Projet	39	60 <sup>b</sup>	30	34
Où sont plantés les Makoré				
Association "Cultures de rente – Makoré" y inclus bordure de champ	24	31 <sup>a</sup>	29	54
Dans la succession "Culture de riz – jachère"	19	29 <sup>ab</sup>	47	39
Dans les jardins de cases	5	8 <sup>b</sup>	6	3
En sous-bois de forêt	1	58		4
Villages des planteurs				
Daobly	2	22	16	3
Djiroutou	1	215		15
Gahably	5	18 <sup>a</sup>	4	7
Kéibly	9	38 <sup>a</sup>	28	24
Ponan	11	29 <sup>a</sup>	28	23
Zaipobly7	17	22 <sup>a</sup>	22	26
Autres	4	6	3	2

NB : Autres = Sagboya, Kodaya et Wonsealy au Nord Est du Parc National de Tai et Zagné. Les chiffres marqués de a et b sont significativement différents ( $P < 0,05$ , test Anova).

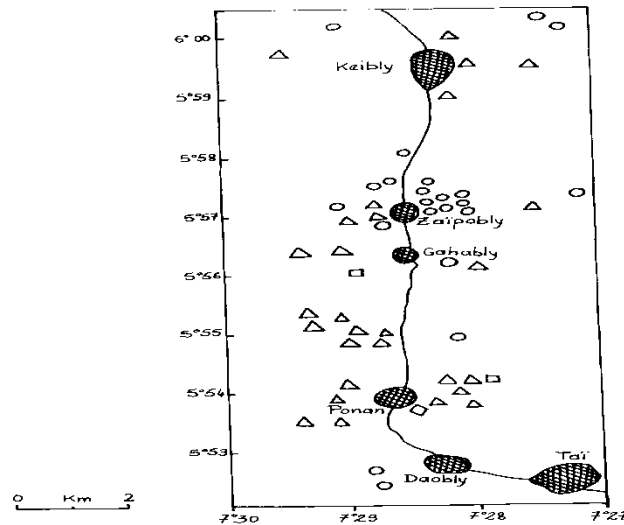


Figure 4.5 : Localisation de quelques sites plantés en Makoré dans la région de Taï :  $\diamond$  : sous-bois de forêt secondaire ;  $\Delta$  : plantations de café ;  $\square$  : jardin de case ;  $\circ$  : "succession culture de riz -jachère à *Chromolaena odorata*"

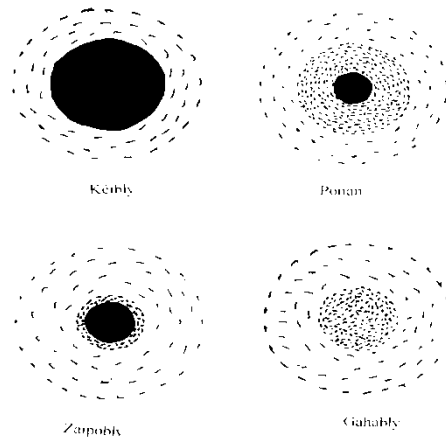


Figure 4.6 : Intérêt des paysans pour la domestication du Makoré : Le cercle indique pour chaque village l'ensemble des paysans planteurs de Makoré. Les symboles à l'intérieur de chaque cercle représentent les catégories de paysans très intéressés  $\bullet$ , assez intéressés  $\cdot$ , et peu intéressés  $\blacksquare$ . La proportion de paysans très intéressés constitue dans chaque village le noyau de l'ensemble des paysans impliqués dans la domestication. Le noyau, c'est-à-dire ceux pour qui la fonction  $f_A(x) = 1$  (voir chap.4.3) est constitué de 60 % des paysans concernés à Kéibly contre 25 % à Zaïpobly et 20 % à Ponan. A Gahably il n'y a pas de noyau dur.

Du point de vue coutumier, le droit sur les arbres plantés est similaire à celui décrit par Obi (1988) chez les Ibo du Nigeria. Les arbres qui ont poussé naturellement appartiennent au propriétaire de la parcelle sur laquelle ils se trouvent. Les arbres plantés appartiennent à celui qui les a plantés et à ses héritiers, quel que soit l'endroit où il les plante. Si le propriétaire de la terre est différent du propriétaire de l'arbre, le premier n'a aucun droit sur l'arbre et ses produits. Nulle transaction sur la terre (vente ou héritage) n'affecte le droit sur l'arbre planté ou naturel. Si le propriétaire vend la parcelle, le propriétaire des arbres garde le droit d'exploiter ses arbres qui se trouvent sur la parcelle concernée.

Cette disposition du droit coutumier qui dissocie la propriété de la terre de celle des arbres a conduit les paysans baoulé et burkinabés qui ont migré dans la région de Taï à détruire tous les arbres fruitiers forestiers qui se trouvaient sur les parcelles qu'ils ont acquises auprès des autochtones Oubi et Guéré. *"Nous ne voulons pas que les autochtones gardent un quelconque droit de regard sur les terres qu'ils nous ont cédées. Alors nous avons détruit tous les arbres qui s'y trouvaient. A l'époque, nous ne savions pas que les fruits de ces arbres (p.e. : C. edulis, Irvingia gabonensis, et Beilschmiedia sp) pouvaient rapporter de l'argent"* (Akotia K. paysan immigrant 1990, comm. pers.). Elle est aussi à l'origine de nombreux litiges entre autochtones et paysans immigrés.

Aucun des paysans impliqués dans la domestication du Makoré n'a évoqué le droit foncier comme un facteur limitant. Tous les paysans qui ont planté le Makoré de 1990 à 1995 l'ont fait sur des terres dont ils sont propriétaires eu égard au droit coutumier décrit ci-dessus. La question du droit sur les arbres plantés a été implicitement évoquée à travers cette remarque des 80 % de paysans qui n'envisagent pas la vente de bois des Makoré qu'ils plantent. *"En Côte d'Ivoire, les exploitants forestiers n'ont jamais acheté des arbres aux paysans pour leur bois. Seul, le gouvernement a le droit de vendre des arbres sur pied pour le bois d'œuvre"*.

#### **4.5 L'ATTITUDE DES PAYSANS FACE A LA DOMESTICATION D'ATTIA**

Cette étude a permis aux paysans de réviser leur attitude vis-à-vis de la domestication de *C. edulis*. En effet, les paysans de la région de Taï avaient avoué au début de notre étude (chap. 2.1) que :  
ils n'avaient jamais vu une germination de *C. edulis* en forêt ;  
cette espèce est condamnée à disparaître par manque de germination.

Cependant au cours de cette recherche, ils ont pu observer des germinations de graines de *C. edulis* à la pépinière installée par le projet de recherche à Zaipobly et dans des pépinières de paysans comme chez Glé Etienne à Ponan et Dji Bly Jérôme à Djiroutou.

Les longs délais de germination des graines de *Coula edulis* (Chap.3) ont longtemps fait douter les paysans de sa capacité de germination. Des graines semées ont été déterrées et cassées pour tester leur viabilité ; les soins aux semis en pépinières ont été négligés par l'érosion de l'intérêt du paysan. Mais malgré tout, quelques plantules ont pu sortir des lots de graines semées par ces deux paysans. Ces résultats et ceux obtenus à la pépinière de recherche (chap. 3). ont fini par convaincre les paysans que *C. edulis* peut être propagé par graines. Aujourd'hui, Dji Bly Jérôme est fier des 14 pieds de *C. edulis* qu'il a plantés.

#### 4.6 CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons décrit l'évolution de la domestication des espèces forestières locales et analysé ses aspects socio-économiques ainsi que les comportements des paysans qui s'y intéressent. Notre objectif de recherche était de savoir comment le processus de domestication d'espèces forestières locales pourrait être accueilli par les paysans. A la lumière des résultats présentés dans ce chapitre, nous pouvons souligner les points suivants :

- ce projet de recherche constitue une incitation à la reprise des initiatives de domestication du Makoré. En effet, ces initiatives qui ont démarré timidement dans les années 70, ont connu un arrêt quasi total dans les années 80, (fig. 4.3). L'avènement du dit projet a donc remis au goût du jour la domestication des arbres d'espèces forestières locales, particulièrement en offrant aux paysans les moyens de se procurer des plantules ;
- il existe aujourd'hui dans chacun des villages de la périphérie Ouest du Parc National de Taï où nous avons travaillé, un ensemble de paysans, hommes et femmes, innovateurs en matière de domestication (tableau 4.2 et fig. 4.6). Nous espérons que leurs expériences fassent tâche d'huile en servant de modèles de démonstration à d'autres paysans ;
- la majorité des paysans impliqués dans la domestication ont un âge avancé (fig. 4.4). Cette situation n'est pas spécifique à la domestication. En effet, autour du Parc National l'âge moyen chez les paysans autochtones est souvent élevé (Ruf 1984). Et ce sont les autochtones qui sont le plus impliqués dans la domestication. Elle ne doit pas non plus être vue comme un handicap pour la domestication car les paysans qui plantent un grand nombre de Makoré les considèrent comme un héritage pour leurs enfants. Comme ils envisagent la vente du bois des Makoré plantés (chap. 4.4.3), planter des arbres est donc un investissement qu'ils réalisent, un capital sur

pied qu'ils constituent pour leurs enfants. Le rôle de l'arbre en tant qu'épargne est connu dans nombreuses sociétés rurales sous les tropiques (Chambers et Leach 1990) et ailleurs (Oldeman 1990) ;

- les sites plantés en Makoré sont essentiellement localisés le long de l'axe routier Guiglo - Taï - Tabou c'est-à-dire loin des limites du Parc National de Taï (fig. 4.5). Pour que la domestication puisse contribuer pleinement à la conservation de ce Parc, il serait souhaitable de la promouvoir auprès des paysans, en majorité des paysans immigrants, dont les plantations sont mitoyennes au parc ;
- les Makoré sont plantés en association avec les cultures pérennes, les cultures vivrières et les jachères (tableau 4.2). Les pratiques agricoles qui associent les arbres et les cultures annuelles et pérennes sont des formes d'agroforesterie. Les pratiques liées à la domestication du Makoré préfigurent donc la mise en place de systèmes agroforestiers multistrates (Torquebiau 1991) autour du Parc National de Taï.

## **5. PREMIERS STADES DE CROISSANCE ET DE DEVELOPPEMENT DU MAKORE DANS LES SYSTEMES DE CULTURE PAYSANS**

### **5.1 INTRODUCTION**

A Taï, pour domestiquer le Makoré, les paysans le plantent dans divers systèmes de culture. Dans ce chapitre, le comportement du Makoré dans chacun de ces systèmes est analysé. Puis, afin de pouvoir expliquer les types de comportements observés, les effets sur la croissance et l'architecture du Makoré des facteurs environnementaux, tels que la lumière et les mycorrhizes, ont été étudiés. Nous avons décidé de nous intéresser particulièrement à la lumière et aux mycorrhizes parce que ces deux facteurs nous paraissent importants dans le complexe des facteurs déterminant la croissance des arbres tropicaux.

#### **La lumière**

A la fois source d'énergie et d'information en écosystème forestier (Oldeman 1990), la lumière joue un rôle important dans la vie des plantes en ce que les radiations lumineuses affectent leur forme et leur comportement (Oldeman et van Dijk 1991 ; Hart 1988 ; Sterck, 1997 ; Vester 1997). Les variations de l'intensité lumineuse influencent considérablement la croissance des plantules à tel point que la lumière apparaît comme l'un des facteurs limitants en forêt tropicale humide (Denslow et Hartshorn 1994).

En fonction de leur comportement vis-à-vis de la lumière, les espèces tropicales ont été classées par rapport à deux repères désignés par diverses terminologies : les pionnières et les non-pionnières ou climaciques de Swaine et Whitmore (1988), les *gamblers* et les *strugglers* de Oldeman et van Dijk (1990), les nomades et les dryades de van Steenis (1958) cité par Swaine et Whitmore (1988), les sciaphiles et les héliophiles, les secondaires et les primaires, les non-tolérantes et les tolérantes à l'ombre. Les premières ont besoin de forte intensité lumineuse pour réaliser tout leur cycle de vie (de la germination à la maturité). Elles ne se rencontrent que dans les espaces ouverts : grandes trouées créées par les chablis en forêt, le long des routes, dans les défrichements. On ne rencontre jamais leurs plantules dans les sous-bois forestiers, y compris leur propre sous-bois (Swaine et Whitmore 1988). Elles constituent l'essentiel du cortège floristique des premiers stades de reconstitution de la forêt tropicale humide après défrichement (Kahn 1982). Les secondes réalisent les premiers stades de leur cycle de vie (germination, phases de plantules) dans l'ombre du sous-bois forestier. Leurs plantules survivent dans des conditions de quasi-obscurité en attente des conditions lumineuses optimales pour arriver à maturité.

Toutefois, pionnières et climaciques ne sont que deux extrêmes entre lesquelles il existe une série d'intermédiaires (Bazzaz 1984 ; Swaine et Whitmore 1988 ; Alexandre 1989 ; Oldeman et van Dijk 1991) et qui, d'ailleurs, sont des ensembles flous (Rossignol et al. 1998). Ainsi, parmi les espèces dites climaciques, certaines tolèrent une obscurité quasi totale pour germer et s'établir alors que pour d'autres un léger ombrage suffit pour leur germination. De même, pour une espèce donnée, dont le modèle architectural de base (Hallé et Oldeman 1970 ; Hallé et al 1978) est connu, des variations importantes dues aux variations lumineuses peuvent s'observer d'un individu à un autre dans le mode de réalisation de ce modèle de base. Ces variations peuvent s'exprimer dans la taille des plants (hauteur, diamètre), dans le nombre de branches par étage, dans la forme de la cime (large ou étroite, aplatie ou profonde), la forme des feuilles. Elles témoignent du pouvoir architectural de la plante pour s'ajuster à son environnement afin d'utiliser de façon optimale l'énergie disponible pour elle individuellement (Vester 1997). Le Makoré est pour certains auteurs, comme Aubréville (1959), une espèce climacique ; c'est-à-dire que ses graines germent et ses plantules survivent dans l'ombre du sous-bois (fig. 5.1).

Dans le contexte de domestication paysanne à Taï, les plantules de Makoré sont plantées dans divers environnements selon la convenance personnelle de chaque paysan : plantations de café (ou caféières) de différents âges, sous-bois de forêt secondaire, succession "riz - jachère à *Chromolaena odorata*", bordures de champs (chap. 5.2). Dans chacun de ces sites, le Makoré s'exprime différemment du point de vue architectural et de la croissance (tableau 5.3), en fonction des conditions lumineuses ambiantes. L'étude de l'effet de la lumière sur le comportement du Makoré doit nous permettre de :

- 1 comparer les comportements observés sous différentes intensités lumineuses à ceux observés sur les sites de plantations des paysans;
- 2 tester s'il existe des relations entre l'environnement lumineux et les paramètres de croissance du Makoré;
- 3 si c'est le cas, déterminer les conditions lumineuses et donc les systèmes de culture les plus appropriés pour la domestication paysanne du Makoré.

### ***Les mycorrhizes***

Les mycorrhizes sont le résultat de l'association symbiotique mutualiste entre les champignons et les racines des plantes. Cette association est jugée vitale pour les plantes, car elle accroît leur croissance par une mobilisation biologique des nutriments et une surface multipliée d'absorption d'eau à cause des hyphes ; elle améliore leur développement et leur assure au niveau racinaire une meilleure protection contre les micro-organismes pathogènes. Bref, l'état mycorrhizien des racines des arbres qui, en majorité, montrent cette forme de symbiose est symptomatique pour leur situation hydrique et nutritionnelle. Selon la littérature, les plantes réagissent de façons différentes à la présence ou à l'absence de mycorrhizes.



Ainsi, il y en a qui croissent en absence totale de mycorrhizes; d'autres qui croissent de manière satisfaisante sans mycorrhizes mais dont la croissance peut être améliorée par la présence de ces dernières ; tandis que la majorité ne peut se passer de mycorrhizes pour leur survie. En fonction donc de cette dépendance vis-à-vis des mycorrhizes, les plantes ont été réparties en trois groupes :

- les non-mycorhizées,
- les facultativement mycotrophiques,
- les obligatoirement mycotrophiques.

A notre connaissance, il existe peu d'informations sur le statut symbiotique de *Tieghemella heckelii*. De quel groupe de plantes relève cette espèce, est-elle non-mycorhizée, facultativement ou obligatoirement mycotrophique?

## **5.2 DESCRIPTION DES SYSTEMES CULTURAUX ASSOCIANT LE MAKORE**

Quatre systèmes de culture auxquels le Makoré est associé sont décrits dans ce chapitre. Il s'agit de plantations de cultures pérennes, de sous-bois de forêt secondaire, de bordures de champs et de succession "riz - jachère à *Chromolaena odorata*"

### ***Association Makoré - cultures pérennes***

Les Makoré sont introduits dans les plantations de cacao, d'hévéa et plus particulièrement de café déjà établies et dont l'âge varie de 3 ans à plus de 15 ans au moment de la mise en place des Makoré. Dans les plantations de café ou caféières, les plants de café sont plantés selon un écartement de 2 x 3 m et à une densité d'environ 1600 pieds à l'hectare. Dans ces plantations, on trouve aussi de nombreux arbres épargnés lors des défrichements et dont la densité est estimée entre 8 et 20 arbres à l'hectare (de Rouw 1987). Les Makoré sont intercalés entre les caféiers avec un écart de 10 x 10 m entre eux, soit une densité moyenne d'environ 120 pieds à l'hectare. Dans ce système, les Makoré bénéficient des entretiens apportés aux caféiers. Les caféiers sont dés herbés en principe deux fois par an. Cependant, durant la période de la chute des prix du café, entre 1990 et 1994, les paysans ont réduit, voire arrêté, les entretiens des caféières devenues non rentables.

### ***La succession "riz - jachère à *Chromolaena odorata*"***

Au début, la parcelle est défrichée, brûlée et semée en riz pluvial. Lorsque le riz atteint 10 à 15 cm de haut, des plantules de Makoré hauts de 30 à 40 cm y sont plantées (fig. 5.2). Après quatre à six mois, le riz est récolté et la parcelle est abandonnée et densément envahie par *Chromolaena odorata*. Celle-ci est une herbe exotique très agressive, introduite dans la région de Taï au début des années 80. Les paysans de la région, par dépit, l'appellent *Zagloè*, c'est-à-dire l'envahisseur. Elle

pousse à des densités si fortes, de l'ordre de 150 à 180 pieds par m<sup>2</sup>, que la régénération des espèces forestières locales est fortement gênée pendant les deux premières années de la jachère (de Rouw 1991a et b; van Reuler et Jansen 1993; Slaats 1995). Cela bloque le processus de la reconstitution de la forêt après le brûlis (Oldeman 1990).

#### ***Les bordures de champs.***

C'est l'espace compris entre les plantations de caféiers ou d'hévéa et les pistes agricoles. Les Makoré sont plantés en ligne le long de cet espace à la même densité que dans les caféières. Les Makoré, dans ce système, bénéficient des mêmes entretiens que ceux apportés aux plantations qu'ils bordent.

#### ***Le sous-bois de forêt secondaire***

C'est une formation secondaire d'au moins 15 ans avec une densité des arbres à partir de 10 cm de diamètre d'environ 300 pieds à l'hectare. Avant de planter le Makoré, le sous-bois a été débarrassé des arbrisseaux et autres plantes herbacées. En sous-bois de forêt, les Makoré sont plantés avec un écart de 5 x 5 m soit une densité moyenne estimée à 400 pieds à l'hectare. En même temps que le Makoré, des colatiers, des agrumes et des avocatiers sont introduits dans le sous-bois.

Tous les Makoré poussant dans les systèmes décrits ci-dessus ont passé les six premiers mois de leur vie en pépinière (voir chap. 3.2.2) avant leur transplantation. Ces Makoré sont plantés sur des sols de mi-pente et de bas de pente à drainage modéré ou normal.

### **5.3 MATERIEL ET METHODE D'ETUDE**

#### **5.3.1 La collecte des données sur l'architecture et la croissance**

Un an après la mise en place des Makoré dans les différents systèmes, nous avons effectué une série de mesures de la hauteur, de la circonférence, du nombre, de la longueur et de l'ordre de ramification des axes latéraux, et nous avons noté la mortalité des populations plantées de Makoré dans les différents systèmes. Les mesures ont été répétées régulièrement à la même période en décembre, de 1991 à 1994 pour tous les systèmes. Pour étudier l'effet de la lumière sur le Makoré (chap. 5.1), des mesures ont été effectuées de juin 1994 à Mai 1995 sur des Makoré plantés en Juillet 1993 en sous-bois de forêt secondaire.

#### **5.3.2 Les mesures de lumière**

Pour mesurer la lumière, nous avons utilisé la méthode des photographies hémisphériques de la canopée ou "fish eye" photos. Elle consiste à prendre des photos de la canopée sous un angle de 180° au-dessus des plantes (fig. 5.3). Ces photos sont destinées à évaluer le degré d'ouverture de la canopée et à estimer la

quantité de radiations directes qui pénètre dans la forêt (Rich 1989) ou facteurs directs caractérisant le site : "site direct factors" (SDF) de Mitchell et Whitmore (1993). Pour prendre les photos, nous avons suivi les instructions décrites par Percy (1988) : un appareil photographique de marque Canon Ti70 muni d'un objectif de 7,5 mm/5,6 a été fixé horizontalement sur un trépied. Le trépied a été préalablement installé au-dessus de la hauteur de la plantule pour laquelle l'on veut estimer la quantité de lumière reçue. Le dessus de l'appareil est tourné vers le Nord géographique et l'objectif vers la verticale ascendante pour photographier la canopée au-dessus de la plantule. Les photos sont prises tôt le matin entre 06.00 h et 08.30 h ou en fin de journée entre 17.00 h et 18.30 h.

### **5.3.3 La détermination du statut symbiotique du Makoré**

Le statut symbiotique (chap. 5.1) du Makoré, nous avons été déterminé par deux méthodes. Il s'agit d'étudier la densité des spores d'endomycorrhizes dans les sols et l'infection des racines par ce type de mycorrhizes, considéré comme le plus répandu dans le monde et plus particulièrement sous les tropiques (Le Tacon et al. 1987; Sieverding 1991).

Pour déterminer les taux de spores d'endomycorrhizes dans les sols plantés en Makoré, des échantillons d'environ 200 g de sol ont été prélevés à une profondeur de 15 à 25 cm au pied des plantules. Ces échantillons de sol ont été conservés au frais (dans une glacière avec de la glace sur le terrain et à environ 5°C au réfrigérateur au laboratoire du Centre Suisse Recherches Scientifiques à Abidjan) jusqu'au moment des observations. En laboratoire, tous les échantillons provenant du même champ ont été soigneusement mélangés puis passés au tamis de 750 µm pour en extraire les graviers et morceaux de racines. De chaque lot de sol tamisé, nous avons prélevé six échantillons de 50 g chacun. Un des échantillons de 50 g est mis à sécher à l'air libre pendant une semaine au laboratoire en vue d'en déterminer le poids sec car la densité de spores est exprimée en nombre de spores par gramme de sol sec. Les autres échantillons de 50 g sont utilisés pour l'extraction des spores à l'aide de la méthode de centrifugation au sucrose utilisée par l'Institut d'Ecologie Terrestre d'Edinburgh (ITE) et décrite par Sidibé (1993). Les spores ainsi isolées sont comptées au microscope.

Pour la deuxième méthode, des racines de Makoré sont collectées dans les champs des paysans. Ces racines ont été conservées dans une solution à 5% d'alcool à 90°C et dans les conditions déjà décrites pour les sols. Pour la préparation des racines en vue de l'observation, les racines ont été découpées en segments de 1 cm. La procédure de coloration des racines décrite par Claassen et Zasoski (1992) a été utilisée. Les racines sont d'abord chauffées dans des concentrations de KOH à 2,5%, 5%, et 10% au bain-marie à 90°C pendant 15, 30 et 45 minutes pour chaque concentration de KOH. Puis elles sont mises à blanchir pendant 10 à 30 minutes dans du peroxyde d'hydrogène, puis rincées plusieurs fois à l'eau du robinet. Ensuite elles sont trempées pendant 30 minutes dans une solution à 1% de HCl. Pour finir,

elles sont colorées dans une solution de Bleu Trypan à 0,05% dans de l'acide glycérique (500 ml de glycérol, 50 ml de 1% HCl et 450ml H<sub>2</sub>O) et chauffées de nouveau pendant 10 minutes à 90° avant d'être observées au microscope à grossissement approprié en vue du comptage des arbuscules et vésicules mycorrhiziens.

### 5.3.4 Analyse des données.

#### *Traitement des données sur l'architecture et la croissance*

Seules les données provenant des plantules n'ayant subi aucun traumatisme visible ont été retenues pour l'analyse. Il s'agit de 161 plantules réparties dans les quatre systèmes de culture (tableau 5.3). Les données recueillies ont été introduites dans l'ordinateur en vue de calculer :

- les dimensions moyennes de plants : hauteur (h), diamètre à 10 cm du sol (d), longueur moyenne des éléments de sympode ou article (l<sub>a</sub>) ;
- les valeurs moyennes annuelles de croissance : accroissement en hauteur (Δh<sub>t</sub>) et en diamètre (Δd). L'accroissement en hauteur (Δh<sub>t</sub>) en diamètre (Δd) a été calculé selon la formule suivante :

$$\Delta h_t = \frac{(h_n) - (h_0)}{an - a_0} \quad \text{et} \quad \Delta d_{0,10} = \frac{(d_n) - (d_0)}{tn - t_0}$$

dans laquelle h et d = hauteur et diamètre de la plante, d<sub>0,10</sub> = diamètre à 10 cm du sol, a = temps (année de mesure); et 0 et n = première et dernière années de mesure.

- les valeurs moyennes des paramètres architecturaux tels que les rapports hauteur totale sur diamètre (h/d), hauteur du fût libre sur hauteur totale (f<sub>l</sub>/h<sub>t</sub>) et la densité des éléments de sympode (articles) ou densité de la cime (a<sub>d</sub>) ont été calculées. La densité des éléments de sympode ou articles (A<sub>d</sub> en no/m<sup>2</sup>) équivaut au nombre d'articles de branches par plant divisé par la surface de la cime. La surface de la cime a été calculée comme celle d'un rectangle, en multipliant le rayon (largeur du rectangle) par la profondeur de la cime (longueur du rectangle). En effet, nous avons considéré la cime du Makoré comme la juxtaposition dos à dos de deux triangles rectangulaires à angle droit (fig. 5.7). En inversant l'un des deux triangles et en les mettant l'un face à l'autre, on reconstitue le rectangle. Le rayon de la cime a été calculé selon la méthode d'Oldeman (1974) reprise par Smits (1994) : un bâton a été placé à la verticale à l'extrémité de la plus longue branche ; la distance entre le bâton et le point d'insertion de la branche sur le tronc est relevée ; pour chaque plant, les mesures sont prises dans quatre directions : Nord, Sud, Est et Ouest. La moyenne des quatre mesures est considérée comme rayon moyen de la cime. Les données de croissance sur les différents sites ont été comparées à l'aide du

test Anova quand  $n > 9$  et des tests non paramétriques ( NPAR : ex. Mann-Whitney U - test, Fowler et Cohen 1993) quand  $n < 9$ . Pour tous les tests, le seuil de confiance est de 95 % ( $P \leq 0,05$ ).



Figure 5.1 : Germination de graines de Makoré dans le sous-bois de la forêt du Parc National de Taï, Côte d'Ivoire. (Photo Van Rompaey 1991).



Figure 5.2 : Repiquage du Makoré dans un champ de riz. Ce champ sera abandonné à la jachère après la récolte du riz. C'est le début du système de succession "riz-jachère à *Chromolaena odorata*". (Photo L. Bonnéhin 1993).

### Analyse des données sur la lumière

Après développement, les photos ont été digitalisées par scanner au Département de Foresterie de l'Université de Wageningen (Pays-Bas) avec le logiciel DesK scannII de Hewlett Packard (1992). Les données de la digitalisation sont analysées avec le logiciel PPF2 (ter Steege 1993) pour déterminer la quantité totale de lumière (en  $\text{mol m}^2 \text{d}^{-1}$ ) émises le jour de la prise des photos hémisphériques ainsi que la proportion (en %) de ces radiations lumineuses qui parvient à chaque plantule. Les quantités de lumière directe dite *photosynthetic active radiation* (PAR) et indirecte dite *photosynthetic photon flux density* (PPFD) reçues par 24 plantules de Makoré plantées en sous-bois sont corrélées aux données de croissance pour préciser le lien entre la lumière et la croissance. La relation entre la croissance et la quantité moyenne de lumière a été déterminée à l'aide du test de régression multiple. La corrélation entre quantité de la lumière reçue et la croissance en hauteur est plus évidente qu'avec la croissance en diamètre (tableau 5.1). La représentation graphique de  $\Delta_h$  de l'ensemble des plantules (N = 24) en fonction de la quantité de lumière montre un nuage de points de forme exponentielle (fig. 5.4a). Nous en avons déduit une fonction d'ajustement exponentielle d'équation  $y = e^{kx} + h$ , dans laquelle y est  $\Delta_h$ , x est la quantité de lumière, k et h étant à déterminer. Avec cette fonction d'ajustement on constate, pour l'ensemble des plantules, que l'on a une régression linéaire avec une forte corrélation ( $r^2 = 0,89406$ ,  $P < 0,01$ ) et une droite d'ajustement ayant pour équation :  $Y = 0,10582 X + 0,019723$  dans laquelle Y est le  $\ln(\Delta_h)$ , X est la quantité de lumière (fig.5.4b). On en conclut que la courbe de forme exponentielle décrite par le nuage de points sur la fig. 5.4a. a pour équation :  $y = e^{0,1058x} + 0,0197$ . La courbe de  $\Delta_h$  en fonction de la lumière nous a permis de déterminer trois classes de lumière pour lesquelles nous avons testé la relation entre la lumière et la croissance (tableau 5.1). Ces classes sont :

- moins 10% de radiations lumineuses journalières. Dans cette classe, le test de régression ne montre pas une relation évidente entre la lumière et  $\Delta_h$  ;
- de 10 à 20% de radiations lumineuses journalières. La relation entre la lumière et  $\Delta_h$  des plantules est faible ;
- plus de 20% de radiations lumineuses journalières. A partir de ce seuil, le test montre une forte corrélation entre la quantité de lumière et  $\Delta_h$  des plantules.

Les valeurs moyennes des paramètres architecturales et de croissance des Makoré dans les trois classes de lumière sont ensuite comparées entre elles à l'aide du test U de Mann Whitney avec  $P < 0,05$  (tableau 5.1). Pour finir, la physionomie des Makoré poussant dans ces trois classes de lumière est comparée à celle observée chez ceux poussant dans les autres systèmes de culture (fig. 5.7).

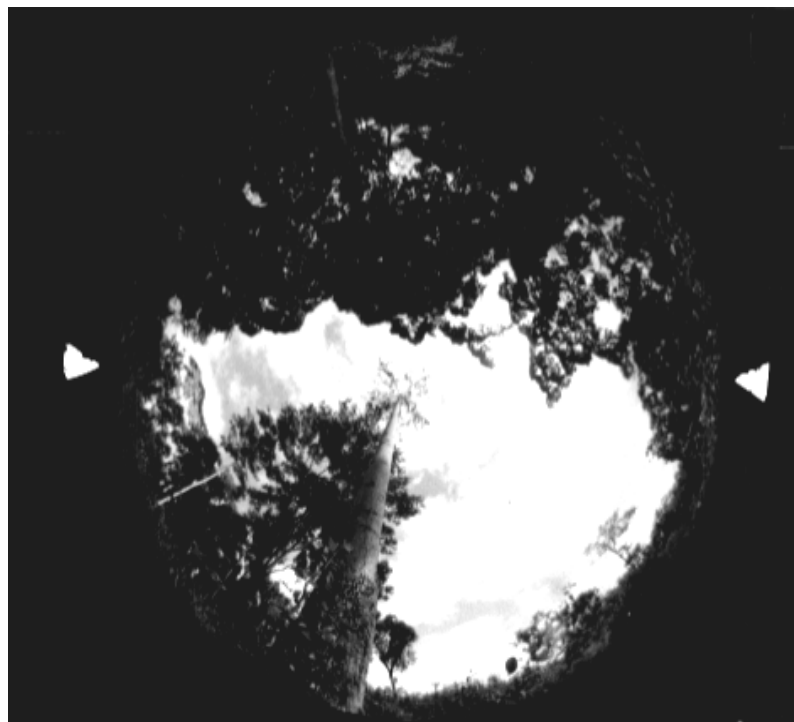


Figure 5.3 : Photographie hémisphérique en sous-bois de forêt secondaire

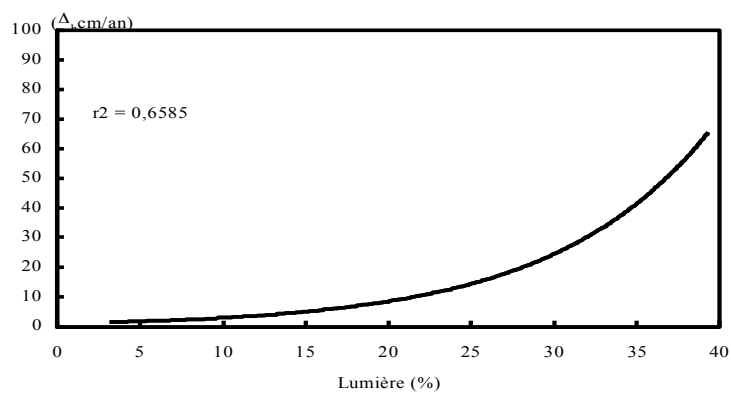


Figure 5.4a: Représentation graphique de l'accroissement en hauteur en fonction de la lumière, exprimée en % de l'irradiation climatique totale  $y = f(x) = e^{kx} + h$

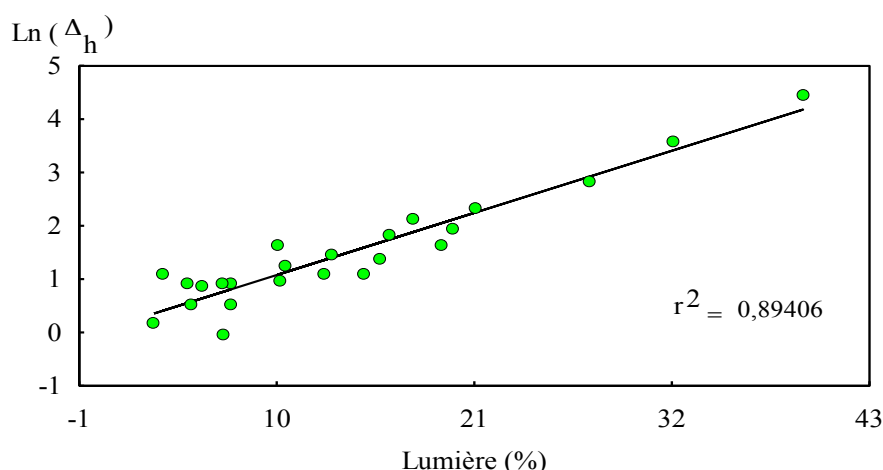


Figure 5.4b: Représentation graphique de la droite de régression linéaire du logarithme de l'accroissement en fonction de la lumière exprimée en % de l'irradiation climatique totale.  $\text{Ln}(y) = 0,105820 x + 0,0197$

**Analyse des données sur les mycorrhizes.**

Après extraction, les spores sont comptés au microscope. La densité des spores pour chaque échantillon de sol a été calculée selon la formule suivante :

$$D(100 \text{ g}) = \left\{ \frac{\text{Poids de sol frais}}{\text{Poids de sol sec}} \times \text{nombre de spores} \right\} \times 2$$

Les densités moyennes des spores d'endomycorrhizes par site ont été calculées puis corrélées aux résultats de croissance des plants de Makoré (tableau 5.4). Le taux d'infection des racines de Makoré par les endomycorrhizes n'a pas pu être déterminé. Les différentes concentrations de KOH et durées de blanchissement n'ont pas donné de résultats concluants. En effet, les racines sont restées très foncées. Nous n'avons pas réussi à voir au microscope les arbuscules et les vésicules des mycorrhizes dans les racines. Seul le réseau d'hyphes a pu être distingué dans quelques cas. Mais des informations complémentaires (fig. 5.8) collectées lors des essais de propagation végétative ont permis de discuter le statut symbiotique de cette espèce.



Tableau 5.1: Coefficients de corrélation ( $r^2$ ) de la relation entre la quantité de lumière et le logarithme de l'accroissement en hauteur, le logarithme du diamètre et la densité des articles de sympode par cime; ns = non significatif ( $P > 0,05$ ); \*,  $P < 0,05$ ; \*\*\*,  $P < 0,001$ 

	Catégories de plantules (en fonction de la quantité de radiations lumineuses journalières reçues)			
	< 10 % n = 9	10 – 20 % n = 11	> 20 % n = 4	Ensemble des plantules n= 24
Ln ( $\Delta\Delta_h$ )	0,0007 ***	0,4300 ***	0,9852 ***	0,8941 ***
Ln (d)	0,1142 *	0,2223 *	0,1641 *	0,1702 *
$a_d$ (no/m <sup>2</sup> )	0,2488 ns	0,0321 <sup>ns</sup>	0,5410 <sup>ns</sup>	0,1008 ns

Tableau 5.2 : Comparaison des paramètres architecturaux et de croissance des Makoré âgés de 2 ans poussant dans trois environnements lumineux. Les différentes lettres indiquent des différences significatives pour un même paramètre. (Anova test,  $P \leq 0,05$ ). fl = fût libre ;  $a_d$ = densité des articles par cime.

	Classes de lumière (en proportion de la quantité de radiations lumineuses journalières)		
	< 10 % N= 9	10- 20 % N = 11	> 20 % N = 4
$\Delta_h$ (cm/an <sup>-1</sup> )	2,05 $\pm$ 0,7 <sup>a</sup>	4,76 $\pm$ 1,8 <sup>b</sup>	37 $\pm$ 34 <sup>b</sup>
d (cm)	0,94 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	1,16 $\pm$ 0,4 <sup>ab</sup>	1,32 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>
h/d (cm-cm)	55 $\pm$ 12	52 $\pm$ 14	59 $\pm$ 22
fl/h (cm-cm)	0,72 $\pm$ 0,2	0,58 $\pm$ 0,1	0,53 $\pm$ 0,3
$a_d$ /m <sup>2</sup>	878 $\pm$ 1270	175 $\pm$ 113	356 $\pm$ 449

## 5.4 RESULTATS

### 5.4.1 Architecture et croissance du Makoré : performances en relation avec la lumière

Les figures 5.4a et b montrent qu'à partir de 20 % de radiations lumineuses journalières en sous-bois, les plantules de Makoré manifestent un accroissement en hauteur plus important pouvant atteindre 90 cm / an. Dans une fourchette de 20 à 40 % de lumière journalière, il existe une corrélation entre la quantité de lumière reçue et  $\Delta\Delta_h$  des plantules :  $r^2 = 0,8941$ ,  $P < 0,001$  (tableau 5.1). Le rapport entre le fût libre et la hauteur totale ( $f_l/h_t$ ) est plus petit chez les plants recevant une quantité de radiations lumineuses journalières situées dans cette fourchette ; un rapport qui traduit une cime très profonde (tableau 5.3), symptôme d'une plus grande vigueur selon Oldeman (1974b, 1990 ; fig. 5.6 et 5.7). Les plantules de Makoré évoluant dans les milieux peu lumineux (moins de 20% des radiations lumineuses journalières), ont un accroissement en hauteur faible : lorsque les radiations lumineuses reçues sont de l'ordre de 10 à 20 % de radiations lumineuses totales journalières, les plantules montrent un  $\Delta\Delta_h$ , inférieur à  $\Delta\Delta_h$  moyen de l'ensemble

des plantules dans les trois classes de lumière ; en dessous du seuil de 10 % de radiations lumineuses journalières en sous-bois, les plantules se caractérisent par un  $\Delta\Lambda_h$  quasi nul et par une cime très aplatie (rapport  $f_i/h_t$  est plus grand) (tableau 5.3).

Du point de vue croissance en diamètre, les plantules recevant plus de lumière montrent un diamètre plus important. Mais les différences observées entre ces plantules et celles des endroits sombres (moins de 10 % de radiations lumineuses) ne sont pas significatives. Dans les trois classes de lumière, les plantules ne présentent aucune différence significative quant au rapport hauteur totale sur diamètre ( $h_t/d$ ) (tableau 5.3).

Lorsque l'on compare le comportement du Makoré dans ces trois classes de lumière à celui des Makoré dans les autres systèmes de cultures paysans (tableau 5.3.fig 5.7), on constate que :

- le comportement des Makoré poussant dans la succession "riz – jachère *Chromolaena odorata*" et en bordure de champ semble similaire à celui des Makoré recevant à partir de 20 % de lumière du jour : ils présentent une forte croissance en hauteur et une cime profonde car un rapport  $f_i/h_t$  plus petit. Dans ces systèmes, les Makoré âgés d'environ quatre ans enregistrent un accroissement moyen annuel de 95 à 100 cm par an ;
- les Makoré dans les caféières et en sous-bois ont une croissance en hauteur inférieure à la moyenne de l'ensemble des Makoré dans les systèmes paysans étudiés et un plus grand rapport  $f_i/h_t$  comparé à celui des Makoré dans les précédents systèmes. Leur comportement du point de vue de la croissance en hauteur et de la profondeur de la cime, donc du rapport  $f_i/h_t$  ressemble à celui des Makoré recevant moins de 20 % des radiations lumineuses du jour.

#### **5.4.2 Densité de spores d'endomycorrhizes dans les sols : relation avec la croissance des Makoré.**

La densité de spores endomycorrhiziens est plus élevée dans les sols de sous-bois de forêt secondaire et dans la succession "riz - jachère à *Chromolaena odorata*" (tableau 5.4). Cependant, il ne semble pas y avoir de corrélation entre la croissance des Makoré et la densité de spores mycorrhiziens. Car même dans un site peu infecté en spores comme celui de bordure de champ, les Makoré réalisent de meilleures performances de croissance en hauteur et en diamètre que dans le sous-bois où la densité de spores est la plus élevée (fig. 5.5).

#### **5.4.3 Systèmes de culture et mortalité chez les plantules de Makoré**

Le taux moyen de mortalité des plantules de Makoré tous systèmes de culture confondus est de 19 %. La mortalité apparaît plus élevée dans les caféières que dans les autres systèmes (voir ci-dessous). Les cas de mortalité enregistrés les deux premières années de plantation sont d'origine accidentelle : la plantule est coupée par inadvertance lors du nettoyage de la parcelle notamment de la caféière. Les entretiens des plantations sont confiés aux allogènes qui ne savent pas distinguer

une plantule de Makoré des mauvaises herbes. Dans les caféières, les paysans ont recours aux regarnis en deuxième année pour compenser le fort taux de mortalité.

Systèmes de culture	Nombre de plantations	Taux moyen de mortalité des plantules de Makoré (en %)
Caféières	5	53 ± 14
Succession "riz – jachère <i>Chromolaena odorata</i> "	7	15 ± 11
Bordures de champs	2	5
Sous-bois de forêt secondaire	1	4

Tableau 5.3 : Comparaison des valeurs moyennes de quelques paramètres architecturaux et de croissance des Makoré âgés de 4,5 ans poussant dans des plantations de café (caféières), en sous-bois de forêt secondaire (forêt), en bordure de champs de café et dans des successions "riz - jachère à *Chromolaena odorata*" : Les chiffres entre parenthèses indiquent les écarts types. Les différentes lettres indiquent des différences significatives pour un même paramètre dans les différents systèmes ( $P < 0,05$ , Test Anova pour  $N > 9$  et pour  $N < 9$  le Mann-Withney test).

	N	$\Delta\Delta_h$ (cm/an)	$f_i/h_t$ (cm/cm)	$h_t/d$ (cm/cm)
<i>Caféières</i>				
1	18	44 (27) <sup>a</sup>	0,41 (0,1)	69 (23)
3	10	33 (28) <sup>a</sup>	0,33 (0,2)	102 (32)
4	11	25 (12) <sup>a</sup>	0,49 (0,2)	70 (12)
<b>Ensemble caféières</b>		<b>34 (9)</b>	<b>0,41 (0,1)</b>	<b>80 (19)</b>
<i>Succession riz – jachère</i>				
1	16	95 (38) <sup>b</sup>	0,19 (0,2)	87 (9)
2	9	52 (13) <sup>c</sup>	0,22 (0,1)	65 (10)
3	10	67 ( ) <sup>c</sup>	0,23 (0,1)	83 (12)
4	8	61 (19) <sup>c</sup>	0,17 (0,05)	68 (17)
5	4	111 (36) <sup>b</sup>	0,18 (0,1)	72 (10)
<b>Ensemble</b>		<b>77 (25)</b>	<b>0,20 (0,03)</b>	<b>75 (10)</b>
<i>Bordure de champs</i>				
1	9	100 (35) <sup>b</sup>	0,31 (0,1)	76 (18)
2	11	52 (43) <sup>c</sup>	0,34 (0,1)	63 (18)
<b>Ensemble</b>		<b>76 (34)</b>	<b>0,32 (0,02)</b>	<b>70 (9)</b>
<i>Sous-bois de forêt</i>				
1	24	48 (31) <sup>c</sup>	0,34 (0,1)	65 (9)

Tableau 5.4 : Comparaison des densités de spores endomycorrhiziens dans les différents systèmes de cultures paysans plantés en Makoré à Taï. N = Nombre d'échantillons de sol prélevés. Les différentes lettres indiquent des différences significatives ( $P < 0,05$ , Test Anova)

Système de culture	Densité de spores pour 100g de sol sec		
	N	Moyenne	Ecart type
Sous-bois de forêt secondaire	24	1014 <sup>a</sup>	201
Succession riz – jachère	16	757 <sup>b</sup>	172
Caféière	18	296 <sup>c</sup>	53
Bordure de champ	9	147 <sup>d</sup>	32

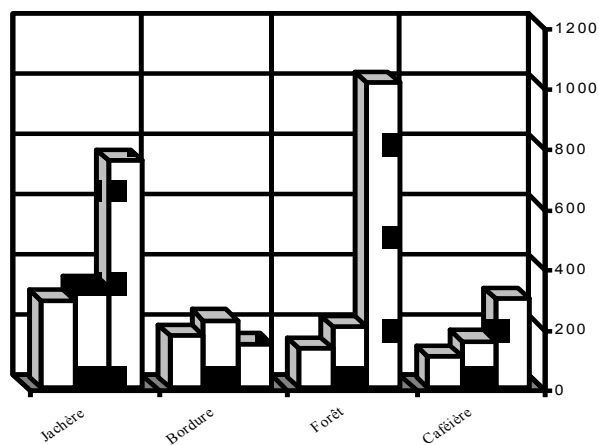


Figure 5.5 : Densités de spores mycorrhiziens (spores), hauteur et diamètre de plantules de Makoré de 2,5 ans dans une succession "riz - jachère à *Chromolaena odorata*" (jachère), en bordure d'une plantation de café (bordure), dans un sous-bois de forêt secondaire (forêt) et dans une plantation de café âgée de plus de 15 ans (caféière).

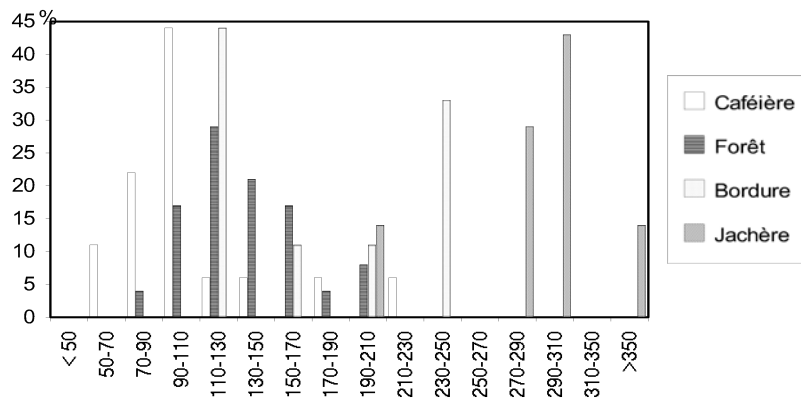


Figure 5.6 : Répartition par classes de hauteur des plantules de Makoré âgées de 4,5 ans poussant dans une plantation de café de plus de 15 ans (caféière), en sous-bois de forêt secondaire (forêt), en bordure de champ (bordure) et dans une succession "riz - jachère à *Chromolaena odorata*" (Jachère).

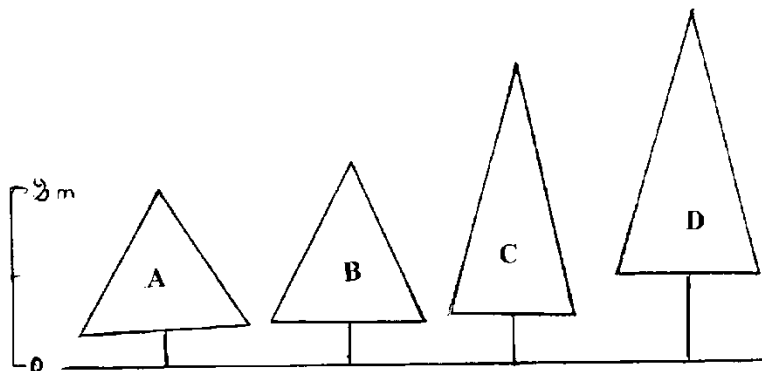


Figure 5.7 : Schématisation de la forme des Makoré de 4,5 ans poussant dans une plantation de café de plus de 15 ans (A), en sous-bois de forêt secondaire (B), en bordure de champ (C) et dans une succession "riz - jachère à *Chromolaena odorata*" (D). Les Makoré poussant dans C et D ont une cime plus profonde et un fut plus long; ceux poussant dans A et B ont une cime plus large.

## 5.5 Discussion

### 5.5.1 Les exigences du Makoré vis-à-vis de la lumière

De nombreux auteurs (ex. Oberbauer et al 1988 ; Bongers et al 1988 ; Popma et Bongers 1988 ; Alexandre 1989 ; Turner 1990 ; Clark et Clark 1992 ; van der Meer 1995) ont déjà reconfirmé la corrélation entre la lumière et la croissance chez

diverses espèces tropicales bien connues des forestiers depuis un siècle et plus (p. ex. Van SchermbEEK 1898 p. 385). Il a été démontré par ailleurs que dans de grandes trouées en forêt, où la luminosité est forte, la croissance de certaines espèces est inhibée (Brokaw 1985). Pour le Makoré, cette étude montre qu'une proportion de 20 à 40 % des radiations lumineuses journalières est bénéfique à la croissance primaire des jeunes plants (voir chap. 5.41, fig. 5.4a et b et Florence 1981). En dessous de 20% de radiations lumineuses journalières, les plantules végètent quasiment en sous-bois. Toutefois, il nous est impossible d'établir une corrélation entre la croissance du Makoré et une quantité de lumière supérieure à 40% des radiations lumineuses journalières émises, car les données chiffrées dont nous disposons ne vont pas au-delà de 40 % du total de ces radiations. Cependant, les performances de croissance enregistrées chez des plantules plantées en milieux ouverts (succession "riz-jachère à *Chromolaena odorata*" et bordures de champs ; tableau 5.3) permettent d'affirmer qu'une exposition de la cime à la pleine lumière, même au stade de plantule et de jeune plant, n'est pas préjudiciable au Makoré. Par conséquent, nous rejoignons Hawthorne (1995), pour confirmer le tempérament de *non-pioneer, light demander* de cette espèce, de tolérant (Alexandre 1989), et de pionnier tardif selon Oldeman (1990).

Le Makoré réalise les meilleures performances de croissance dans la succession "riz - jachère à *Chromolaena odorata*" et en bordure de champ (fig. 5.6 et 5.7). Dans ces deux systèmes, il trouve la quantité de lumière nécessaire pour une meilleure croissance de jeunesse. En effet, dans "la succession riz - jachère à *Chromolaena odorata*" (chap. 5.2), dès sa mise en place, le Makoré se trouve pleinement exposé à la lumière car il domine le riz, principale culture du système (fig. 5.2). Après 4 à 6 mois, le riz arrive à maturité; lors de la récolte, les paysans rabattent les tiges de riz et autres herbes ; les plants de Makoré sont de nouveau dégagés et exposés à la lumière. Lorsque la parcelle est abandonnée à la jachère et envahie par *Chromolaena odorata*, le Makoré est déjà établi. Il peut alors tenir tête à l'envahisseur. Quant aux plantules de Makoré plantées en bordure de champ (chap. 5.2), la trouée de la piste constitue une ouverture qui les expose à la lumière.

Quelle que soit la quantité de lumière reçue, ou le système de culture dans lequel ils poussent, tous les Makoré étudiés, à l'exception de ceux de la caféière n° 3, présentent un rapport  $h_t/d < 100$ . Ce rapport détermine les phases de développement architectural des arbres (tableau 5.4). Les arbres dont le rapport  $h_t/d$  égale 100, sont dans une phase de développement conforme à leur modèle architectural de base; les arbres ayant régénéré à partir de troncs cassés ont un rapport  $h_t/d > 100$ ; un rapport  $h_t/d < 100$  caractérise les arbres dont la cime est en pleine expansion par le biais de la réitération (Oldeman 1974a, 1990). Malgré leur rapport  $h_t/d < 100$ , les Makoré étudiés ne réitèrent pas, ce qui indique un trajet  $h/d = 100$ , lié à un environnement ouvert peu hospitalier (Hallé & al 1998).

### 5.5.2 Statut symbiotique et degré de dépendance du Makoré vis-à-vis des mycorrhizes

Tous les sols sur lesquels poussent les Makoré dans la région de Taï sont infectés de spores d'endomycorrhizes, les sols de sous-bois de forêts secondaires étant les plus infectés (tableau 5.4). Les densités de spores dans ces sols (tableau 5.4) sont parfois plus élevées que celles de 50 à 160 spores/100 g de sols observées dans les plantations forestières de *Terminalia* en Côte d'Ivoire (Wilson et al. 1992). Il n'a pas été possible de déterminer si les racines de Makoré sont endomycorrhizées. Cependant, la présence de sporophores sur des plants de Makoré poussant dans du sol forestier en pépinière (fig. 5.8) est une indication que cette espèce pourrait être endomycorrhizée.

Le degré de dépendance d'une plante vis-à-vis des mycorrhizes varie selon l'espèce concernée et selon la fertilité du sol sur lequel la plante pousse (Janos 1980; 1987a). Généralement les plantes mycotrophes expriment les déficiences en mycorrhizes des zones où elles sont plantées par une forte mortalité des jeunes plants, une absence ou un ralentissement de croissance et un jaunissement des feuilles (Smits 1994). Cela n'est pas le cas chez les plants de Makoré étudiés. En effet :

- l'ensemble des plants étudiés ne présentaient ni jaunissement de feuilles, ni absence de croissance au moment de l'étude ;
- la mortalité observée particulièrement dans les caféières est accidentelle et non endogène (chap. 5.4.3).

Nous en déduisons que les sols plantés en Makoré à Taï ne présentent pas de déficit en mycorrhizes et que leurs taux d'infection sont suffisants pour le développement de cette plante.

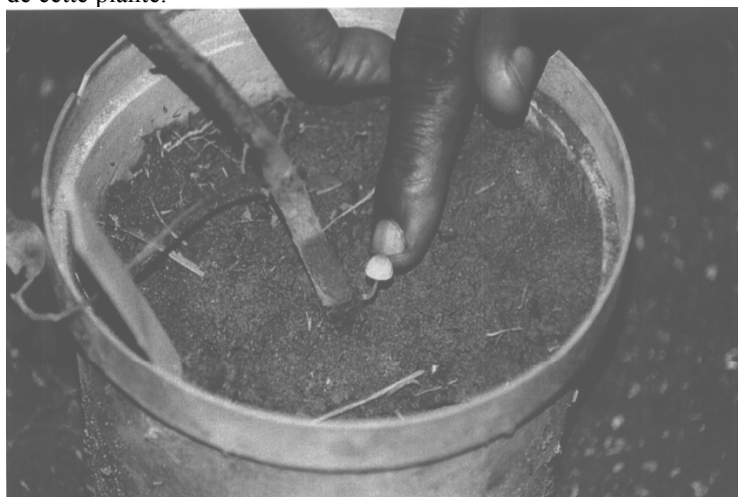


Figure 5.8 : Sporophore sur une plantule de Makoré issue de bouture poussant dans du sol forestier en pépinière (Photo Bonnèhin 1995).

### **5.5.3 La croissance du Makoré dans les systèmes de culture paysans : la fertilité du sol est-elle facteur limitant ?**

D'importantes différences ont été observées au niveau de la croissance primaire du Makoré dans les différents systèmes étudiés. Les Makoré dans la succession "riz - jachère à *Chromolaena odorata*" sont ceux qui connaissent une forte croissance en hauteur. Ils sont suivis dans l'ordre décroissant par ceux poussant en bordures de champs, en sous-bois et dans les plantations de café (fig. 5.6). Nous avons imputé ces différences à la quantité de lumière reçue par les plants dans les environnements où ils poussent (chap. 5.4.1 et fig. 5.4a et b). Mais en plus de la lumière, quel pourrait être l'impact des facteurs pédologiques, notamment de la fertilité du sol ? Tous les sites plantés en Makoré, qui constituent ces quatre systèmes sont sur des sols ferrallitiques largement répandus dans la région (Perraud 1971 ; de Rouw et al 1990). Si les sites sont pratiquement identiques du point de vue des caractéristiques physiques du sol, leur préparation avant la mise en place des plants de Makoré diffère d'un système à l'autre : le brûlis qui précède la mise en place du système succession "riz -Makoré - jachère à *Chromolaena odorata*", la présence même de *Chromolaena odorata* opposée à l'absence de brûlis, la densité des caféiers et des autres arbres dans les autres systèmes sont autant de critères de différenciation au niveau de la fertilité du site qui pourraient influencer la croissance du Makoré. Il s'y ajoute une forte différence en densité de spores de champignons mycorrhiziens dans les sites différents. Surtout sur ces sols pauvres, cette indication d'une activité biologique très différente devra être étudiée de plus près. En effet, on sait que la vie dans le sol détermine fortement le recyclage et la mobilisation ou fixation des nutriments, peu particuliers, et le transfert d'eau aux racines des phytobiontes (voir Smith et Read 1997).

#### **L'amélioration de la fertilité due à l'apport d'éléments nutritifs par le brûlis explique-t-elle les bonnes performances de croissance du Makoré dans le système "riz-Makoré-jachère à *Chromolaena odorata*"?**

Les sols ferrallitiques de la région de Taï, comme bien de sols tropicaux non volcaniques, sont réputés pour être chimiquement pauvres (Lathwell et Grove 1986). Leurs faibles réserves en éléments nutritifs, leur toxicité et leur acidité sont des contraintes majeures pour la croissance des plantes (Van Reuler 1996). Pour corriger ces contraintes, l'agriculture itinérante a recours au brûlis : l'apport de cendres résultant de ce brûlis constitue une importante source d'éléments nutritifs pour les plantes (Nye et Greenland 1960 cité par van Reuler 1996) notamment le phosphore qui est considéré comme un élément limitant dans la région de Taï (Van Reuler 1996). Ceci souligne l'importance des mycorrhizes.

De tous les Makoré traités dans ce chapitre, seuls ceux plantés dans le système "riz - Makoré - jachère à *Chromolaena odorata*" ont pu bénéficier de cet apport d'éléments nutritifs par le brûlis (chap. 5.1). On peut affirmer qu'en plus de la lumière, le brûlis avant la mise en place du système favorise la croissance des



Makoré. Mais en bordure des champs, où il n'y a pas eu de brûlis avant la mise en place des Makoré, leur croissance en hauteur n'est pas différente de celle observée dans le système "riz-Makoré-jachère à *Chromolaena odorata*". Par conséquent, il paraît difficile de faire une corrélation entre l'apport d'éléments nutritifs dus au brûlis ou dus à la biologie du sol non brûlé, et la croissance du Makoré.

L'effet de *C. odorata* sur la fertilité du sol en relation avec la croissance du Makoré, le niveau de fertilité des sols dans les plantations de café et son impact sur la croissance du Makoré sont autant de questions qui mériteraient une étude particulière.

## **5.6 Conclusion**

### **Le Makoré dans la succession "riz-jachère à *Chromolaena odorata*" : quand l'envahisseur ne peut pas vaincre l'indigène**

*Zagloè se djuhu tu bè* ou l'envahisseur ne peut pas vaincre le Makoré. Tel fut le constat de tous les paysans qui ont adopté le système "riz - Makoré - jachère à *Chromolaena odorata*" lorsqu'ils voient la cime des jeunes plants de Makoré dressée au-dessus du fourré d'Eupatorium qui a envahi la parcelle abandonnée à la jachère. Ce constat est confirmé par les données présentées dans ce chapitre : les Makoré plantés dans la succession "riz-jachère à *Chromolaena odorata*" enregistrent de meilleures performances de croissance en hauteur et ont un taux de mortalité faible. Le Makoré apparaît donc comme une espèce rustique pionnière tardive qui met à profit la lumière forte en milieu envahi par un arbuste sarmenteux exotique, et ainsi peut poursuivre son cycle de vie grâce à sa croissance en hauteur rapide qui continue à exposer sa cime au-dessus du reste de la végétation.

## **6. LA DOMESTICATION PAYSANNE D'ESPECES FORESTIERES LOCALES : SYNTHÈSE, PERSPECTIVES ET CONCLUSIONS**

### **6.1 SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES**

#### **6.1.1 La levée du blocage culturel de planter des espèces forestières arborescentes locales dans la région de Taï**

L'histoire de la domestication du Makoré dans la région de Taï nous montre que les attitudes des paysans vis-à-vis de la mise en culture des espèces forestières locales sont en plein changement (chap. 4). De l'interdiction totale de cultiver les espèces locales qui était jadis édictée par les féticheurs en Afrique selon Chevalier (Schnell 1957) on assiste à une mise en culture spontanée de ces espèces (chap. 4). Ce changement d'attitude mène à une véritable innovation, car dans de nombreuses régions, les paysans respectent encore l'interdiction de planter des arbres d'espèces locales et portent tous leurs efforts sur des espèces exotiques (Warner 1995) condamnant ainsi les espèces locales à disparaître sous la pression agricole.

Ce changement d'attitude est bien la conséquence de l'état des ressources et de l'évolution de la relation entre le paysan innovateur et la ressource-type, ici le Makoré. En effet :

- le début de la domestication est marquée par les premières coupes de Makoré par des exploitants forestiers dans la région de Taï (chap. 4.4.1). Ces coupes réduisent donc les ressources locales de Makoré dans la région.
- nous avons aussi appris (chap. 4.4.1) que les premiers Makoré plantés ont tous la même histoire : les semences utilisées proviennent toutes des arbres qui se trouvaient dans les champs ou dans les jachères des paysans innovateurs. Ces arbres "naturels" qui se trouvaient dans les champs, les jachères ou autour du campement, étaient pour les paysans la ressource de Makoré la plus facile et la plus sûre d'accès du point de vue de la distance et du *droit coutumier*. En effet, un arbre, même d'une espèce locale, n'appartient plus tout à fait à la nature, lorsqu'il pousse sur des terres humanisées. En outre, ces paysans n'avaient pas à parcourir de longues distances pour récolter les fruits de ces arbres et personne ne pouvait les récolter sans leur autorisation. En coupant ces Makoré, l'exploitant forestier privait le paysan de sa ressource privée. Les premiers Makoré plantés entre 1969 et 1979 étaient donc destinés à remplacer cette ressource. Ceci explique qu'ils aient tous la même histoire.

Cette situation montre que, ceux qui ont réagi les premiers ce sont les paysans qui ont eu leurs ressources les plus faciles d'accès saccagées. Ceci illustre aussi que la

remarque faite par Gilmour (1990, 1995) à propos des paysans du Népal, selon laquelle la réaction des paysans vis-à-vis de la gestion des ressources dépend de la manière dont ils perçoivent le degré de rareté des ressources concernées, peut s'appliquer aux paysans de Taï : "*there is a continuum ranging from an abundance to a severe scarcity of forest resources, and the attitude of people toward the use and management of forest (resources) will vary depending on where they are along the continuum.*"

Les premiers paysans qui ont planté des Makoré l'auraient fait discrètement, presque en cachette sans en informer les proches. Ils avaient peut-être peur de s'attirer la colère des féticheurs en violant le tabou de planter des espèces locales. Les réflexions du genre : "*Ah Théo, tu as planté des Makoré depuis longtemps et tu nous as caché cela dans le village! Glé, comment, tes parents ont planté des Makoré de cet âge!*" entendues dans le village de Ponan illustrent bien la "clandestinité" des premières initiatives de domestication .

La présente étude a contribué à lever définitivement le blocage culturel relatif à la domestication des espèces forestières locales autour du Parc National de Taï et plus particulièrement à l'Ouest de ce parc. Les 49 paysans qui ont collaboré à cette recherche l'ont fait librement et en toute transparence. Et même en 1996, c'est-à-dire un an après la fin des travaux de recherche, 24 nouveaux paysans âgés de 27 à 50 ans ont encore planté du Makoré, du *Beilschmiedia* sp, de *Irvingia gabonensis*, du *Garcinia cola*. C'est dire que le processus de domestication est d'ores et déjà engagé autour du Parc National de Taï. Toutefois, il aurait besoin d'un appui sérieux si l'on veut passer de la domestication de subsistance au reboisement agroforestier.

### **6.1.2 La domestication paysanne d'espèces forestières locales : une initiative en quête d'incitations**

Dans 80 % des cas (chap. 4), les paysans plantent actuellement pour satisfaire leurs besoins domestiques en huile de Makoré, un produit qui n'est pas de première nécessité mais qu'on peut considérer plutôt comme une délicatesse actuellement (chap.2). Par conséquent, ils plantent un petit nombre d'arbres (tableau 4.2) qu'ils jugent suffisant pour couvrir leurs besoins domestiques. Le fait que la majorité des paysans plantent un nombre restreint d'arbres montre que la domestication paysanne du Makoré à Taï relève actuellement de la stratégie de subsistance telle que décrite par Baum et Schertz (1983) ou Barlett (1980).

Il est certes vrai que la satisfaction des besoins domestiques constitue dans plusieurs régions tropicales une première motivation pour les paysans pour planter des arbres (Scherr 1995 p. 155). Cependant, cette importance de l'autoconsommation comme locomotive pour planter des arbres ne doit pas masquer l'intérêt des paysans pour des opportunités de marché (Scherr 1995 p. 155). Ainsi, le passage de la stratégie de subsistance à celle de l'innovation induite *sensu* Boserup (1965), Bindswanger et Ruttan (1978) ou Ruthenberg (1980), c'est-à-dire l'adoption d'une stratégie de

plantation en masse du Makoré, dans un cadre de reboisement agroforestier dépend de l'évolution du contexte socio-économique de l'exploitation des produits ligneux des espèces forestières. Les principaux problèmes à résoudre pour passer à cette innovation induite sont :

- la reconnaissance officielle du droit de propriété sur les arbres plantés par les paysans ;
- la reconnaissance d'une mise en valeur forestière de l'espace agricole ;
- la détermination de la nature des subventions et autres incitations extérieures.

En effet, en matière de plantation d'arbres forestiers, des incitations de plusieurs ordres, éducationnels, économiques ou financiers, sont très souvent nécessaires pour amener les paysans à planter massivement (voir Bradley 1991 ; Gilmour 1995 ; Dewees et Saxena 1995 ; Jodha 1995 ; Tang et al 1987).

Ces problèmes d'incitations évoqués ci-dessus trouveraient une solution si le projet d'ateliers villageois de formation en agroforesterie conçu sur la base des expériences de la présente étude (Pro-Natura 1997) venait à être mis en œuvre. Dans ce projet il est envisagé d'analyser les bases légales, encore confuses (Bonnéhin 1996) du reboisement paysan en Côte d'Ivoire et d'apporter une incitation à travers une formation agroforestière appropriée aux paysans riverains du Parc National de Taï.

### **6.1.3 Le Makoré, une espèce rustique, facile à domestiquer**

La propagation du Makoré tant par graine que par voie végétative est facile et aisée ; elle ne nécessite pas de moyens techniques sophistiqués et coûteux (chap. 3). Les plants générés végétativement sont conformes au modèle architectural de base de l'espèce (chap. 3). Cette aptitude du Makoré à la propagation végétative peut donc aider à résoudre le problème de la rareté des semences évoquées par les paysans (chap. 2). Les paysans qui, dans le cadre de cette étude, ont planté des Makoré (chap. 4), pourront fournir eux-mêmes le matériel végétatif si nécessaire.

La croissance du Makoré en situation de domestication paysanne est satisfaisante comparée aux observations faites en stations de recherche (chap. 2 et 5). Le Makoré ne semble pas non plus souffrir de la comparaison avec des espèces agroforestières asiatiques décrites dans la littérature tant au niveau de la croissance que de l'âge de la maturité. Comme le Makoré, aucune de ces espèces ne parvient à maturité avant l'âge de 10 ans (voir tableaux 6.1 et 6.2). Le damar mata (*Shorea javanica*, Dipterocarpaceae d'Asie) mesure 4 à 5 m de hauteur entre 7 et 8 ans (Michon 1985). Dans la région de Taï certains Makoré âgés de 4 à 5 ans plantés dans le cadre de cette étude mesurent plus de 3 m de haut (fig. 5.6).

Les bonnes performances de croissance du Makoré et son faible taux de mortalité dans les jachères à *Chromolaena odorata* (chap. 5) ont démontré sa rusticité aux yeux des paysans. Ces derniers ont même conclu que l'envahisseur exotique *C.*

*odorata*, aussi vigoureux et prolifère soit - il, ne peut vaincre le natif : **Zagloè se djuhu tu bè** (chap. 5.5.4). Son architecture avec un tronc rectiligne et droit, son feuillage léger et sa cime très aérée, construite selon le modèle d'AUBREVILLE (fig. 4.2) favorisent la pénétration de lumière dans son sous-bois et font de lui une espèce agroforestière appropriée.

#### **6.1.4 *Coula edulis*: les problèmes phytotechniques de propagation partiellement maîtrisés**

Les paysans étaient persuadés au début de cette étude que *Coula edulis* était vouée à disparaître, car ils n'avaient jamais vu de plantule de cette espèce (chap. 2). Au cours de l'étude, ils ont vu germer des graines de *C. edulis* (chap. 3). Certains paysans ont même fait leurs propres essais de germination et ont obtenu des plantules (chap. 4). Ainsi donc, la domestication de *C. edulis* peut être envisagée. Le taux moyen de germination des graines observé au cours de cette étude est de 57 % (chap. 3). Ce résultat peut être obtenu en milieu paysan sans difficulté technique particulière si le paysan continue d'apporter à la pépinière les soins nécessaires malgré la longue période prégerminative des graines qui est de un à deux ans, parfois plus (chap. 3). Ceci constitue déjà un premier succès sur la voie de la domestication. Mais la durée de la période prégerminative peut décourager les paysans et les amener à abandonner les soins apportés à la pépinière.

Il n'a pas été possible dans le cadre de cette étude de trouver une solution pour réduire la période prégerminative des graines de *C. edulis*. Les différents traitements mécaniques et chimiques appliqués aux graines n'ont pas donné de résultat concluant (chap. 3). La propagation végétative pourrait aider à contourner ce problème de germination. Mais malheureusement, comme pour Bourou Bourou (1994), *C. edulis* s'est montrée récalcitrante à toutes nos tentatives de propagation végétative (Chap. 3). La voie pour la propagation végétative de cette espèce reste donc à trouver.

#### **6.1.5 La domestication en faveur de l'acceptation et du développement de systèmes agroforestiers permettant le maintien ou la restauration de la biodiversité dans l'espace agricole**

Les pratiques agricoles des paysans du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire telles que décrites par Ruf (1985) et De Rouw (1979, 1991) se rapprochent de l'agroforesterie en raison d'une présence importante de l'arbre dans les cultures. Mais l'essor des cultures de rente à vulgarisation de type filière, telles l'hévéa et le palmier à huile et l'introduction de nouvelles variétés de café et cacao très sensibles à l'ombrage tendent à compromettre le développement de ces pratiques. Si rien n'est fait pour concilier le développement agricole et la gestion des ressources forestières, l'expansion des monocultures de rente détruira la biodiversité dans l'espace agricole et accentuera la pression sur les aires protégées.

Les technologies agroforestières adoptées par les paysans dans le cadre de cette étude concilient dans la pratique les exigences des cultures de rente et la domestication des arbres forestiers permettant ainsi le maintien d'une certaine biodiversité dans l'espace agricole.

En effet, les paysans qui utilisent des anciennes variétés de caféiers tolérant l'ombrage plantent le Makoré en mélange avec les caféiers. Cette association "Makoré - cultures pérennes de rente" qui est de loin le système préféré des paysans (tableau 4.2) tend vers un système agroforestier de type "jardin-forêt" décrit par Salafsky (1994), et par Mary (1995). Ceux qui possèdent de nouvelles variétés de caféiers ou de l'hévéa ne tolérant pas l'ombrage, plantent le Makoré en bordures de champs. Cette technologie agroforestière de plantation en bordures de champs est connue pour sa fonction de marqueur des limites foncières et de lutte contre le vent (brise-vent). La plantation en bordure de champs d'espèces fruitières forestières locales comme marqueurs des limites foncières a de fortes chances de se développer tout comme elle le fût en d'autres civilisations tropicales, p. ex. celle des Maya (Remmers et De Koeijer 1992). Actuellement, le projet de Plan Foncier Rural (PFR), après avoir inventorié et cartographié les parcelles agricoles, envisage de demander aux paysans de matérialiser les limites de leurs parcelles (Joëlle Zouzou, Antenne du PFR à Soubré, comm. pers. Sept 98). Cette technologie peut alors être proposée aux paysans.

Tableau 6.1 : Croissance du Makoré (*Tieghemella heckelii*, Sapotaceae) comparée à celle d'espèces forestières d'Asie du Sud-Est cultivées dans les agroforêts paysannes d'Indonésie. Arbres poussant dans les : Sous-bois de forêts (SB); Plantations de café (PC); Bordures de champs (BC); Agroforêts (AF) et observés en Côte d'Ivoire par l'auteur dans la région de Tai (<sup>a</sup>); par Dupuy et Chézeaux 1994 (<sup>b</sup>) et en Asie du Sud-Est par Michon (1985).

Espèces		Nombre d'arbres	Âges (ans)	Diamètre moyen (cm)	Remarques
Makoré : Cas observés	1 <sup>a</sup>	13	17	14	SB
	2 <sup>a</sup>	7	18	37	PC
	3 <sup>a</sup>	11	15	25	PC
	4 <sup>a</sup>	4	11	34	PC
	5 <sup>a</sup>	9	20	35	PC
	6 <sup>a</sup>	2	17	24	BC
	7 <sup>a</sup>	3	17	16	SB
	8 <sup>a</sup>	8	20	35	PC
	9 <sup>b</sup>	20	15	14	SB
	10 <sup>b</sup>	nd	28	23	SB
Espèces asiatiques					
Surian ( <i>Toona sinensis</i> , Meliaceae)			20-30	30	AF
Musang ( <i>Langium</i> cf. <i>kurzii</i> , Alangiaceae)			25-30	20	AF
Bayur ( <i>Pterospermum javanicum</i> , Sterculiaceae)			15-20	35	AF
Cannelle ( <i>Cinnamomum zeylanicum</i> , Lauraceae)			10	15	AF

## 6.2 CONCLUSION

Les plantes forestières locales continuent d'être utilisées en Afrique. De nombreux bilans quantitatifs et qualitatifs de l'utilisation de ces plantes ont été dressés pour démontrer leur importance dans la vie des populations rurales (exemples récents : Téhé 1980 ; Falconer, 1990 ; Aké Assi, 1992 et 1993. Gautier Béguin 1992 ; Herzog, 1992).

La dégradation accélérée des écosystèmes naturels nous oblige aujourd'hui à aller au-delà des bilans pour concevoir d'urgence des stratégies appropriées de gestion durable des ressources naturelles. La domestication paysanne est un volet incontournable de ces stratégies.

Tableau 6.2 Age d'entrée en production (fruits ou écorces) du Makoré (*Tieghemella heckelii*, Sapotaceae) comparé à celui des espèces forestières d'Asie du Sud Est cultivées dans les agroforêts paysannes d'Indonésie.  
Cas observés a) par l'auteur dans la région de Taï au cours de cette étude et b) par Michon (1985) ; nd = non déterminé.

Espèces		Nombre d'arbres	Age (ans)
a) Makoré : Cas observés	1	9	17
	2	7	17
	3	2	17
	4	2	16
	5	4	10
b) Espèces asiatiques			
Durian ( <i>Durio zibethinus</i> , Bombacaceae)	nd	nd	10-15
Duku ( <i>Lansium domesticum</i> , Meliaceae)	"	"	8-12
Manggis ( <i>Garcinia mangostana</i> , Clusiaceae)	"	"	15
Petai ( <i>Parkia speciosa</i> , Mimosaceae)	"	"	20
Cannelle ( <i>Cinnamomum zeylanicum</i> , Lauraceae)	"	"	10
Damar mata ( <i>Shorea javanica</i> , Dipterocarpaceae)	"	"	20-25

En Côte d'Ivoire, ce volet a été négligé pendant longtemps parce que l'on supposait que les espèces forestières locales avaient une croissance lente; face à l'expansion des cultures de rentes on doutait que planter de telles espèces intéresserait les paysans. Aujourd'hui les résultats de la présente étude démontrent le contraire.

A travers cette étude on voit comment des paysans peuvent être amenés à adopter la domestication levant ainsi le tabou ancestral de cultiver des espèces végétales locales naturelles. En analysant les différents facteurs qui influencent l'expansion des pratiques de domestication, cette étude a jeté les bases pour une gestion participative et durable des ressources forestières, pour, avec et par les paysans en Côte d'Ivoire.

La méthode la plus importante pour arriver à de tels résultats est l'approche participative et interactive que nous avons adoptée. Elle a permis :

de faire une analyse de la situation telle, qu'elle a abouti à une formulation bien ciblée des questions de recherche ;  
d'avoir la participation active et volontaire des paysans au processus de recherche ;  
de formuler une analyse mathématique, combinant la statistique classique et la logique floue de telle manière qu'elle puisse rendre compte des réalités de terrain en région rurale.

Grâce à ces trois acquis, les innovations techniques exposées dans cette étude ont été développées par et avec les paysans au fur et à mesure des différentes étapes de la recherche. C'est dire que contrairement à la démarche classique de recherche en stations ou champs d'essai loin des fermes, nos résultats de recherche sont déjà adoptés par les paysans avant même qu'ils ne soient publiés.

J'ose espérer que la domestication d'espèces forestières locales et l'approche participative trouveront de nouveaux adeptes auprès des politiques, des chercheurs, des développeurs des populations locales pour que de manière équitable nous parvenions ensemble à une gestion durable des ressources forestières en Côte d'Ivoire et plus particulièrement à la conservation à long terme du Parc National de Tai, Patrimoine Mondial.



## RESUME

En Côte d'Ivoire, l'agriculture a confiné la forêt dans les parcs nationaux et forêts classées. D'un côté, les espèces forestières disparaissent du paysage agricole; de l'autre, l'utilisation des produits de ces espèces est toujours de mise. Ainsi, les paysans vont chercher ces produits dans les parcs nationaux et forêts classées dont l'accès leur est légalement interdit. Cette situation engendre de nombreux conflits préjudiciables à la conservation à long terme de ces dernières reliques forestières. Comment assurer la conservation à long terme et la gestion durable des parcs nationaux et forêts classées, ou tout simplement de la biodiversité en Côte d'Ivoire?

Je pense que le maintien des espèces forestières locales dans le domaine agricole peut contribuer à la conservation de la biodiversité. La voie pour y parvenir est que les paysans eux-mêmes domestiquent les espèces forestières qui les intéressent.

La domestication est un processus à plusieurs étapes dont une consiste à mettre en culture les plantes sauvages. Pour cette étude, je me suis posé les questions suivantes :

- quelles espèces les paysans riverains du Parc National de Taï seraient-ils intéressés de domestiquer et pour quelles raisons ?
- ces espèces forestières locales se prêteraient-elles à la domestication, c'est à dire leur propagation serait - elle aisée en milieu paysan ?
- comment les paysans envisagent-ils la domestication et quels sont les facteurs socioculturels et économiques qui sous-tendent leurs décisions ?
- comment se comporteraient les espèces forestières locales du point de vue de leur croissance et développement en situation de domestication paysanne ?

Pour répondre à ces questions, j'ai conduit une série d'enquêtes, d'observations directes et participantes et des expérimentations auprès des paysans dans la région de Taï

Après une analyse participative de la situation des espèces forestières dans le domaine rural, deux espèces ont été choisies de commun accord avec les paysans pour faire l'objet de cette étude. Il s'agit du Makoré (*Tieghemella heckelii* Pierre ex A. Chev., Sapotaceae) et de l'Attia (*Coula edulis* Baill., Olacaceae). Les difficultés biologiques, écologiques et conjoncturelles évoquées par les paysans pour obtenir des graines et des plantules de ces espèces ont justifié leur choix pour cette étude. Ces deux espèces sont décrites du point de vue biologique, écologique et socio-économique.

La propagation végétative et sexuée des deux espèces choisies a été expérimentée en milieu paysan ou selon des techniques simples et facilement accessibles aux paysans.

Chez le Makoré, les deux types de propagation ont donné de bons résultats :

- la germination est rapide et abondante; les taux de germination quatre semaines après le semis en pépinière avoisinent 90%; Les plantules issues de graines peuvent se ramifier dès l'âge de deux mois et mesurer entre 25 et 68 cm de hauteur après 4 à 5 mois en pépinière ;
- des branches marcottées se sont enracinées huit semaines après le marcottage aérien ;
- le taux moyen d'enracinement des boutures est de 73 % sur substrat de sable et de 41 % sur substrat de sciure de bois après six mois d'observation. L'espèce est indifférente aux hormones de rhizogénèse ;
- les plants issus de propagation végétative sont conformes au modèle d'AUBREVILLE, modèle architectural de base de l'espèce

Chez l'Attia :

- la germination est très lente , la stratégie de germination de type "Durian" est jugée suicidaire , non performante et négativement sélective en forêt tropicale humide ; les taux de germination varient 44 à 75 % selon la durée des observations en pépinières. Les plantules issues de graines connaissent une ramification séquentielle sylleptique ;
- la propagation végétative de l'espèce est non-autonome.

La domestication est un processus très complexe qui englobe à la fois les aspects biologiques, écologiques et économiques des espèces étudiées ainsi que la situation socio-économique du paysan qui s'engage dans le processus. Après avoir abordé les aspects biologiques et économiques des espèces, nous avons analysé la situation socio-économique des paysans qui se sont engagés dans la domestication des espèces forestières au cours de notre étude. L'histoire de la domestication depuis la protoculture jusqu'à la culture du Makoré dans la région de Taï a été étudiée. La protoculture qui consiste à apporter des soins aux plantes issues de régénération naturelle a été pratiquée jusqu'en 1969. A cette époque, les ressources forestières étaient abondantes et planter des arbres était un tabou chez les paysans. La période de 1969 à 1989 marqua les débuts timides de mise en culture des arbres forestiers. Les paysans qui plantaient des arbres forestiers locaux le faisaient en cachette; puis à partir de 1990, il y a eu chez les paysans de Taï, un certain dynamisme pour mettre en culture des arbres forestiers locaux, notamment le Makoré. L'huile de Makoré constitue la première motivation pour la domestication de l'espèce chez 79% des paysans (N = 49). Vingt et un pour cent d'entre eux plantent pour l'huile et le bois de Makoré. Les trois quarts des paysans qui plantent le Makoré sont des hommes. Les Makoré sont plantés essentiellement en mélange avec les cultures de rente pour optimiser le facteur force de travail. La disponibilité foncière et le droit

## Résumé

réglissant la terre et les arbres ne semblent pas constituer des obstacles à la domestication. Pour *Coula edulis*, les longs délais de germination n'ont pas permis de générer des plantules en quantité suffisante en vue d'étudier les réponses paysannes à sa domestication. Mais l'attitude des paysans vis-à-vis de la propagation de l'espèce a changé: ils ont vu des graines de *C. edulis* germées et ils savent désormais que l'espèce peut se propager par graines.

La croissance et le développement des plantules de Makoré plantés par les paysans ont été analysés en fonction des systèmes de cultures auxquels les Makoré sont associés, de la lumière et des mycorrhizes. La croissance des plantules de Makoré est positivement corrélée à la quantité de radiations lumineuses reçues. C'est donc une espèce non-pionnière, tolérante à la lumière. Et c'est dans le système "succession culture de riz-jachère à *Chromolaena odorata*" que le Makoré trouve les meilleures conditions écologiques pour les premiers stades de son développement. Tous les sols sur lesquels pousse le Makoré dans la région de Taï sont infectés de spores mycorrhiziens, les plus infectés étant les sols de sous-bois de forêt. Mais aucune corrélation n'a été trouvée entre la densité de spores dans le sol et la croissance des plantules.

La synthèse de tous les résultats a permis de dégager les perspectives pour la domestication paysanne des espèces forestières locales. En général, il ressort de cette étude que le blocage culturel de planter des arbres d'espèces forestières locales a été levé chez les paysans de la région de Taï. Le processus de la domestication est bien engagé à l'Ouest du Parc National de Taï. Grâce à ce processus, des systèmes agroforestiers permettant le maintien ou la restauration de la biodiversité dans le domaine agricole sont en train de se développer dans cette région. La vulgarisation des technologies agroforestières adoptées par les paysans au cours de cette étude est conseillée.

## SUMMARY

In Côte d'Ivoire agriculture has confined the forest to national parks and state forests. Forest species are disappearing from the rural landscape and the products of these species get ever rarer. Thus, the rural population goes out collecting these products in national parks and state forests, the access to which is legally is forbidden. This situation leads to numerous conflicts that threaten the long term conservation of these last forest relics. How to ensure this long term conservation and sustainable management of national parks and state forests, or simply of biodiversity in Côte d'Ivoire?

Maintaining local forest species in the rural landscape may contribute to biodiversity conservation. The path to follow is, that farmers themselves domesticate the forest species they are interested in.

Domestication is a process in several steps one being to bring into cultivation the wild plants. For this study, the following questions were raised :

- Which are the forest species that farmers around Taï National Park want to domesticate and for what reasons?
- Are these species apt to be domesticated and is their propagation easy on the farm?
- How do the farmers conceive the domestication and which socio-cultural and economic factors determine their decisions?
- How do the forest species perform as to growth and development during on-farm domestication?

To answer these questions, a number of enquiries, direct and participative observations and experiments on farms in the Taï region were undertaken.

After a participative analysis of local useful forest species in the rural environment, two fruit tree species have been selected, with the agreement of the farmers, to become the subject of this study. They are Makoré (*Tieghemella heckelii*, Pierre ex A.Chev., Sapotaceae) and Attia (*Coula edulis* Baill., Olacaceae). Farmers found problems in obtaining seeds or seedlings of those for biological, ecological or phenological reasons, and this justified our choice. Biology, ecology and socioeconomic aspects of both species have been described.

On-farm propagation of the species in both vegetative and generative way, using simple techniques available to farmers was experimentally done

Both types of propagation were successful with Makoré:

## Summary

- Germination was rapid and abundant; germination levels up to 90% were reached four weeks after sowing in the tree nursery. These seedlings started branching after two months and measured between 25 and 68 cm high after 4 to 5 months in the nursery ;
- layered branches developed roots after eight weeks ;
- 73% of cuttings developed roots in a sandy substrate and 41% on a sawdust substrate. No effect could be found of rooting hormone treatment ;
- Plants reproduce AUBREVILLE's model, which is the basic architectural model of the species by vegetative propagation.

### With *Attia*:

- germination was very slow; the germination strategy of the species is of the Durian type and seems to be suicidal, without success and negatively selective in tropical rain forest; germination levels attain 44 to 75% depending on the length of observation in the nursery. Seedlings branch in a sequential sylleptic way.
- the vegetative propagation of the species is not autonomous.

Domestication is a very complex process that involves biological, ecological and economic aspects of the species under study as well as the socio-economic situation of the participating farmer. After having treated biological and economical aspects of the species the socio-economic situation of farmers that showed interest in domestication during the study was analysed. Domestication over time from protoculture to the actual cultivation of Makoré in the Taï region was discussed. Protoculture consists of caring for trees issued from natural regeneration and was practised until 1969. At that time forest resources were still abundant and planting trees was a taboo for the farmers. Between 1969 and 1989 the first timid steps were set towards really cultivating forest fruit trees. Farmers secretly planted local forest fruit trees. From 1990 on there has been a certain dynamism to start cultivating these trees, especially Makoré. Makoré seed oil was the primary motivation for domesticating Makoré for 79% of the farmers (N=49), 21% planting them for their seeds and their timber. Three quarters of Makoré farmers were men. Makoré is mainly planted intimately mixed with tree cash crops to optimize the labour factor. Land tenure and land and tree property rights did not seem to hamper domestication. Due to the very long germination period of *Attia*, it has not been possible to obtain enough seedlings to study the farmers' response to domestication. But the farmers' attitude towards propagation of this species has changed: they have seen germinated *C. edulis* seeds and they know now that generative propagation is possible.

Growth and development of Makoré seedlings on the farm were analysed in relation to the cultural system in which Makoré was introduced, and to light and mycorrhizae levels. Growth of Makoré seedlings was found to be positively correlated with the quantity of available light. The species is thus clearly a non-pioneer, but tolerant

to full sunlight. In the cultural system 'fallow with *Chromolaena odorata* after rice culture', Makoré seedlings and saplings found the best ecological conditions during the first stages of development. All soils on which Makoré grew in the Taï region, contained mycorrhizal spores, the closed forest soils most of them. However, no correlation was found between spore density and seedling growth rate.

All the results were taken together in order to formulate the perspective of domestication by farmers of local forest fruit tree species. In general the cultural blockage against planting indigenous tree species has been dissolved amongst the farmers of the Taï region. The process of domestication thus has started to the west of Taï National Park. Thanks to this process agroforestry systems allowing the conservation or restoration of forest biodiversity in the rural landscape are now being developed in the region. The extension of the agroforestry techniques used by the farmers in this study is advised.

## SAMENVATTING

In Ivoorkust heeft de landbouw het bos teruggedrongen naar nationale parken en staatsbossen. Bosplantensoorten zijn verdwenen uit het landbouwgebied, en het gebruik van alle bosproducten, zelfs hout, is onder druk komen te staan. Daarom zoekt de landelijke bevolking naar deze producten in nationale parken en staatsbossen waartoe de toegang hen eigenlijk verboden is. Deze situatie leidt tot talrijke conflicten die het behoud op lange termijn van deze laatste bosrestanten in het gedrang brengen. Hoe kan men in dit geval behoud en duurzaam beheer van deze bossen verzekeren, en de rijke biodiversiteit die ze bevatten veilig stellen?

Ik ben van mening dat het behouden van inheemse bosplanten in het landbouwgebied bijdraagt aan het behoud van biodiversiteit. Om dit te bereiken moeten de boeren zelf de soorten domesticeren die hun interesseren.

Domesticatie is een proces in meerdere stappen waaronder het in cultuur brengen van wilde planten. In deze studie stel ik me de volgende vragen:

- In welke soorten zijn de boeren rond Taï Nationaal Park geïnteresseerd om ze te domesticeren en waarom?
- Zijn deze soorten te domesticeren, en zijn ze gemakkelijk door de boer te vermeerderen?
- Hoe willen de boeren de domesticatie aanpakken en welke socio-culturele en economische factoren bepalen deze aanpak?
- Hoe groeien en ontwikkelen inheemse bossoorten zich wanneer ze door de boer gedomesticeerd worden?

Om deze vragen te beantwoorden heb ik enquêtes afgenomen, waarnemingen gedaan en experimenten uitgevoerd bij de boeren in de Taï regio.

Na een participatief onderzoek van het gebruik van lokale bossoorten in landbouwgebied zijn twee fruitdragende soorten uitgekozen voor verdere studie in samenspraak met de boeren: Makoré (*Tieghemella heckelii*, Sapotaceae) en Attia (*Coula edulis*, Olacaceae). De boeren droegen problemen aan van biologische, ecologische en conjuncturele aard om zaden of plantmateriaal van deze soorten te bekomen, wat de soortkeuze rechtvaardigde. Biologische, ecologische en socio-economische factoren die beide soorten beïnvloeden zijn beschreven.

De vegetatieve en generatieve vermeerdering van deze soorten is beproefd bij de boer, met eenvoudige technieken binnen zijn bereik.

Bij Makoré hebben beide vermeerderingsvormen goede resultaten opgeleverd:

- de kieming verliep snel en was overvloedig; een kiemingspercentage van 90 % werd gehaald vier weken na uitzaaiing. Na twee maanden treedt bij de zaailingen vertakking op en na 4 à 5 maanden zijn ze tussen 28 en 68 cm hoog.
- Gemarcotteerde takken zijn na acht weken beworteld.
- 73 % van de stekken in zand en 41 % van de stekken in zaagsel zijn beworteld na 6 maand. Bewortelingshormoon heeft geen effect bij deze soort.
- Vegetatief vermeerderd plantgoed groeit volgens het architectuurmodel van AUBREVILLE, kenmerkend voor de soort.

Bij *Attia*:

- kieming is zeer traag en de kiemingsstrategie van het type 'Durian' wordt beoordeeld als suicidaal, laag presterend en negatief selectief in tropisch regenwoud. Het kiemingspercentage varieert van 44 tot 75 % naargelang de lengte van de observatieperiode. Zaailingen vertonen een sequentieel sylleptische vertakking.
- vegetatieve vermeerdering is bij deze soorten zonder succes gebleven.

De domesticatie is een zeer complex proces dat de biologie, de ecologie en de economie van de bestudeerde soorten omvat, alsmede de socio-economische situatie van de boer die het onderneemt. Deze laatste is het onderwerp van Hoofdstuk 4, waarin de geschiedenis van de domesticatie van de protocultuur tot de teelt van Makoré in de Tai-regio aan bod komt. Protocultuur is het verzorgen van planten die door de natuur verspreid zijn, en dit werd tot 1969 in het studiegebied toegepast. In die tijd was er nog veel bos en was het planten van bomen een taboe voor de boeren. Tussen 1969 en 1989 is er een schuchter begin gemaakt met het in cultuur brengen van bosbomen. De bomen werden in het geniep geplant, maar sinds 1990 is er vaart gekomen in het in cultuur brengen van bosbomen, met name van Makoré. Makoré-olie is de hoofdreden voor boeren om de soort aan te planten 79 % van de boeren (N=49). plant omwille van olie en hout. Drie kwart van de Makoré-planters zijn mannen. De Makoré worden hoofdzakelijk gemengd aangeplant met opbrengstgewassen om de factor arbeid te optimaliseren. Eigendomtitels en gebruiksrechten van grond en bomen vormen geen obstakel voor domesticatie.

Door de lange kiemingstijd van *Attia* werd onvoldoende plantmateriaal verkregen om het domesticatieproces bij de boer te kunnen bestuderen. Wel is de houding van de boeren veranderd: ze hebben gekiemde *Attia*-zaden gezien en weten nu dat ze uit zaad vermeerderd kunnen worden.

Groei en ontwikkeling van Makoréplanten werden bij de boer onderzocht in relatie tot de cultuur waar ze tussen staan, en tot licht en mycorrhizen. De groei is positief gecorreleerd met het lichtniveau. Makoré is dus een niet-pionier, die hoge lichtniveaus verdraagt. In braakland met *Chromolaena odorata* na rijstcultuur is Makoré in de beste ecologische condities tijdens de eerste stadia van ontwikkeling. Alle bodems waarop Makoré groeit in de Tai regio bevatten sporen van mycorrhizen, de



### *Samenvatting*

bodem onder gesloten bos het meest. Tussen sporendichtheid en groei van Makoré is geen verband gevonden.

Een synthese van de resultaten toont het perspectief te kunnen schetsen van domesticatie bij de boer van lokale bossoorten. In het algemeen blijkt de culturele belemmering bij de boeren om lokale bosbomen te planten opgeheven. Het domesticatieproces is dus ingezet ten Westen van Tai Nationaal Park en agroforestry systemen die behoud en herstel van biodiversiteit in het landbouwgebied toelaten, ontwikkelen zich in de regio. Voorlichting wordt aanbevolen over de agroforestry technieken aangewend door boeren tijdens deze studie.

## RÉFÉRENCES

- Abbiw D.K. 1990. Useful plants of Ghana. West African uses of wild and cultivated plants. The Royal Botanic Gardens, Kew, 337 pp.
- Adam J.G. 1983. Flore descriptive des Monts Nimba (Côte d'Ivoire, Guinée, Libéria). Editions du Centre National de la Recherche Scientifique.
- Adjahoun E. et Aké Assi L. 1979. Contribution au recensement des plantes médicinales de Côte d'Ivoire. Institut National de Floristique, Abidjan, Côte d'Ivoire, 358 pp.
- Agarwal B. 1986. Cold hearths and barren slopes : The woodfuel crisis in the third World. Riverdale Co. for Institute of Economic Growth, Riverdale, Maryland.
- Alexandre D.Y. 1972. Régénération et implantation des arbres forestiers en Basse Côte d'Ivoire. Rapport d'élève de 2<sup>ème</sup> année. ORSTOM, Adiopodoumé, Côte d'Ivoire, 29 pp.
- Alexandre D.Y. 1978. Le rôle disséminateur des éléphants en forêt de Taï, Côte d'Ivoire. Rev. Ecol. La Terre et La Vie 32 : 47-71.
- Alexandre D.Y. 1979. De la régénération naturelle à la sylviculture en forêt tropicale. Multig. ORSTOM, Adiopodoumé, Côte d'Ivoire, 25 pp.
- Alexandre D.Y. 1980. Caractère saisonnier de la fructification dans une forêt hygrophile de Côte d'Ivoire. Rev. Ecol. La Terre et La Vie 34 : 335-350
- Alexandre D.Y. 1989. Dynamique de la régénération naturelle en forêt dense de Côte d'Ivoire. ORSTOM, Coll. Etudes et Thèses, 102 pp.
- Allport G.A. Boesch, C. Couturier G. Esser, J. Merz, G. Piart, J. 1994. La faune. In : Riezebos, E.P. Vooren, A.P. et Guillaumet J.L. (eds.). Le Parc National de Taï, Côte d'Ivoire. Synthèse des connaissances. La Fondation Tropenbos, Wageningen, Pays-Bas 332 pp.
- Aké Assi L. 1992. Liste de plantes utiles aux populations de l'espace Taï. In : A. P. Vooren, W. Schork, W.A. Blokhuis et A.J.C. Spijkerman (eds), Compte rendu du Séminaire sur l'Aménagement intégré des Forêts denses humides et Zones agricoles périphériques. 25-28 Février 1991, Abidjan, Côte d'Ivoire. Tropenbos Series I. La Fondation Tropenbos Wageningen, Pays-Bas.
- Anderson A.B. 1990. Extraction and forest management by rural inhabitants in the Amazon estuary. In : A.B. Anderson (ed), Alternatives to deforestation : Steps towards sustainable use of the Amazon rain forest. Columbia University Press, New York, pp. 65-85.
- Anonyme 1955. Makoré. : Fiche technique. I - fiche botanique et forestière. II - Fiche industrielle et commerciale. Bois et Forêts des Tropiques No 41 pp 10-22. Centre Technique Forestier Tropical. Nogent -sur-Marne, France
- Arnold J.E.M. 1992. Production of forest products in agricultural and common land systems : Economic and policy issues. In : Narendra P. Sharma (ed). Managing the worlds forests. Looking for balance between Conservation and Development. Kendall/Hunt Publ. Co. pp. 433-453

- Arnold J.E.M. et P.A. Dewees (eds). 1995. Tree Management in farmer strategies. Responses to agricultural intensification. Oxford University Press. Oxford. 292 pp.
- Atger C. 1992. Essai sur l'architecture racinaire des arbres. Montpellier, Thèse de Doctorat USTL. 287 pp.
- Aubréville A. 1962. Savanisation tropicale et glaciations quaternaires. *Adansonia* 2 1 : 16-84.
- Aubréville A. 1959. La Flore forestière de Côte d'Ivoire. CTFT no 15, (3 tomes) Nogent sur Marne, 1031 pp.
- Baas P.E., van Oosterhoud et J.L.Scholtes. 1982. Leaf anatomy and classification of the Olacaceae, *Octoknema* and *Erythrophyllum*. *Allertonia*, vol 3 N° 2 pp 155-220.
- Barlett P.F. 1980. Agricultural decision making: anthropological contributions to rural development. Academic press, New York.
- Baum K.H. et Schertz, L.P. 1983. Modelling farm decisions for policy and analysis. Westview Press, Boulder.
- Bazzaz F. A. 1984. Dynamics of wet tropical forests and their species strategies. In : Wedina E. Mooney H.A. et Vasquez-Yanes, C. (eds) *Physiological ecology of plants of the wet Tropics*, pp. 223 - 243. (Dr. W. Junk Publishers The Hague)
- Becker B. 1983. The contribution of wild plants to human nutrition in the Ferlo. *Agroforestry Systems* 1, 257-267.
- Béliné V. et Oualou Kollou 1995. Manuel de techniques agroforestières pour la gestion des Forêts Classées de la Beki et de la Bossématié. SODEFOR, GTZ, Côte d'Ivoire
- Bertault J.G. 1986. Etude de l'effet d'interventions sylvicoles sur la régénération naturelle au sein d'un périmètre expérimental d'aménagement en forêt dense humide de Côte d'Ivoire. Thèse de doctoral, Université de Nancy. Nancy, France, 254 pp.
- Binswanger H. et Ruttan, V. 1978. Induced innovation : technology, institutions and development. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Bhetnagar H.P. 1973. Vegetative propagation rooting practices with forest trees in India. *New Zeland Journal of Forestry Science*, vol. 4, no. 2, 170-176.
- Boesch Ch. 1991. Les chimpanzés et l'outil. *La Recherche* 22 (233) :724-732.
- Bongers F. et Popma J. 1988. Trees and gap in a Mexican tropical rain forest. Species differentiation in relation to gap associated environmental heterogeneity. Ph.D thesis University of Utrecht, 185 pp.
- Bonnard P. et Scherr S. 1994. Within gender differences in tree management : is gender distinction a reliable concept ? *Agroforestry Systems* 25 : 71-93.
- Bonnéhin L. 1988. La pression démographique autour du Parc National de Taï. Mémoire de fin d'études, ENGREF, Montpellier, France.
- Bonnéhin L. 1991. Le Projet "Parc National de Taï"- Situation économique et démographique de la sous-Préfecture de Taï et propositions d'activités pilotes. Rapport Convention GTZ/KFW, GTZ, Abidjan, Côte d'Ivoire. 26pp.

- Bonnéhin L. 1991. L'importance des produits forestiers non ligneux pour la participation des populations locales à l'aménagement de la forêt dans la région de Taï, Côte d'Ivoire. La fondation Tropenbos, Wageningen, Pays Bas, 41 pp..
- Bonnéhin L. 1992. Les potentialités des produits forestiers non ligneux. Dans : A. P. Vooren, W. Schork, W.A. Blokhuis et A.J.C. Spijkerman (eds), Compte rendu du Séminaire sur l'Aménagement intégré des Forêts denses humides et Zones agricoles périphériques. 25-28 Février 1991, Abidjan, Côte d'Ivoire. Tropenbos Series I. La Fondation Tropenbos Wageningen, Pays-Bas.
- Bonnéhin L. 1996. Etude et mise en application partielle des possibilités de renforcement des activités d'aménagement participatif et durable des forêts villageoises et reboisement paysan autour du Parc National de Taï. Rapport de Mission GTZ, Côte d'Ivoire. 45 p + annexes.
- Boserup E. 1965. The conditions of agricultural growth. Aldine Publishing, Chicago.
- Bouchon-Meunier B. 1995. La logique floue et ses applications. Addison-Wesley. France.
- Bouquet A. et Debray M. 1974. Plantes médicinales de la Côte d'Ivoire. Travaux et Documents de l'ORSTOM 32, ORSTOM Paris. 232 pp
- Bouroubou-Bouroubou H. 1994. Biologie et domestication de quelques arbres fruitiers de la forêt du Gabon. Université de Montpellier II, Montpellier, France, 340 pp.
- Bradley P. 1991. Woodfuel, Women and woodlots, Vol. 1 et 2 McMillan Press, London
- Busson F. 1965. Plantes alimentaires de l'ouest africain. Etude botanique, biologique et chimique. Leconte, Marseille, France, 568 p.
- Buttoud G. 1989. Les produits forestiers dans l'économie africaine. Collection Techniques Vivantes. Agence de Coopération Culturelle et Technique. Presses universitaires de France
- Casley D.J. and Kumar, K. 1988. The collection, Analysis and Use of Monitoring and Evaluation Data. The John Hopkins University Press, Baltimore and London, 174 pp.
- Cater E.J. 1992. Tree cultivation on private land in Nepal's middle hills : an investigation into local knowledge and local needs. Oxford Forestry Institute. Occasional Papers No 40. Oxford.
- Cernea M.M. 1992. A sociological framework : Policy, environment, and the social actors for tree planting. In : Narendra P. Sharma (ed). Managing the worlds forests. Looking for balance between Conservation and Development. Kendall/Hunt Publ. Co. 301-335.
- Chatelain C. Gautier L. et Spichiger R. 1996. A recent history of forest fragmentation in southwestern Ivory Coast. Biodiversity and Conservation 5, 37-53
- Chambers R. et M. Leach 1990. Trees as savings and security for rural poor. Unasylva 161, vol. 17, 39 - 50.
- Chevalier A. 1905-1928. Les végétaux utiles de l'Afrique occidentale française. 10 Vol. Paris

- Claassen V.P. et Zasoski R.J. 1992. A containerized staining system for mycorrhizal roots. *New Phytol.* 121 : 49-51
- Clark D.A. et Clark D. B. 1992. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rainforest. *Ecological Monographs*, 62(3) : 315-344.
- Clement C.R. et Villachica H. 1994. Amazonian fruits and nuts : potential for domestication in various agroecosystems. In : In Leakey R.R.B. Newton A. C (eds). *Tropical trees : the potential for domestication and rebuilding of forest resources*. ITE symposium no 29, ECTF symposium no1. The proceedings of a Conference organised by the Edingburg Center for Tropical Forests, held at Heriot-Watt University, Edingburg, on 23-28 August 1992, as part of the IUFRO Centennial Year (1892-1992), pp 230-238. London : HMSO.
- Dalziel J.M. 1937. The useful plants of West Tropical Africa. Crown Agents for the colonies, London.
- DCGTx. 1993. Le bilan forestier. Direction et Contrôle des Grands Travaux, Abidjan Côte d'Ivoire
- de Jong W. 1995b. Diversity, variation, and change in ribereño agriculture and agroforestry. Wageningen Agricultural University thesis, Wageningen, The Netherlands. ISBN 90-5485-469-3.
- de Jong W. 1995a. Recreating the forest : succesful examples of etnoconservation among Dayak groups in central Kalimantan. In O. Sandbukt (ed), *Management of tropical forests : toward an integrated perspective*. Centre for development and the Environnement, University of Oslo, Sweden, Occasional Papers of Sum. 1/95 : 295-304.
- de Klerk M. 1991. Regeneration strategies of some emergent tree species in Côte d'Ivoire. M.Sc thesis. Department of Forestry, Wageningen Agricultural University, The Netherlands. 60 pp.
- de Koning J. 1983. La forêt du Banco. PhD thesis, Wageningen Agricultural University, The Netherlands. 921 pp.
- de la Mensbruge G. 1966. La germination et les plantules des essences arborées de la forêt dense humide de la Côte d'Ivoire. Centre Technique Forestier Tropical. Nogent sur Marne, France, 382 pp.
- Denslow J.S. et Hartshorn G.S. 1994. Tree-fall gap environment and forest dynamic processes. P.p 120-127 : In McDade, L.A. Bawa, K.S. Hespenheide, H.A. et Hartshorn G.S. (eds). *La Selva - Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest*. The University of Chicago Press, Chicago et London. 486 pp.
- de Rouw A. Vellema H.C. et Blokhuis W.A. 1990. Land unit survey of the Tai region, South-West Côte d'Ivoire. Tropenbos Technical Series No 7. The Tropenbos Foundation Wageningen, The Netherlands. 222 p.
- de Rouw A. 1991a. The invasion of *Chromolaena odorata* (L) King et Robinson (ex *Eupatorium odoratum*) and the competition with the native flora in a rain forest zone, South-West Côte d'Ivoire. *Journal of Biogéography*, 18 : 13-23.

- de Rouw A. 1991b. Rice, Weed and shifting cultivation. A study of vegetation dynamics. Ph.D thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands. 263 p.
- de Rouw A. 1987. Tree management as part of two farming systems in the west forest zone (Ivory Coast). *Acta Oecologica Applicata* 8 : 39-51.
- de Rouw A. et Alexandre D.Y. 1985. La culture itinérante des Oubi. *Les quatre saisons du jardinage*, 32 : 37-42.
- Dewees P.A. 1995. Farmer responses to tree scarcity : the case of woodfuel. In : Arnold J.E.M. et Dewees P.A. (eds). 1995. *Tree Management in farmer strategies. Responses to agricultural intensification*. Oxford University Press. Oxford. pp 174-197.
- Dewees P.A. Saxena N.C. 1995. Wood product markets as incentives for farmer tree growing. In : Arnold J.E.M. et Dewees P.A. (eds). 1995. *Tree Management in farmer strategies. Responses to agricultural intensification*. Oxford University Press. Oxford. Pp 198-241
- Dewees P.A. Saxena N.C. 1995. Tree planting and household land and labour allocation : case studies from Kenya and India. In : Arnold J.E.M. et Dewees P.A. (eds). 1995. *Tree Management in farmer strategies. Responses to agricultural intensification*. Oxford University Press. Oxford. Pp 242-267
- Docters van Leeuwen W.M., Kock V. and Kok M., de. 1990. Prevalence of intestinal parasites in Ponan, S.W. Ivory Coast. *Bull. Société Franç. de Parasitologie* 8(2)
- Dove M.R. 1995. The shift of tree cover from forests to farms in Pakistan : a long and broad view. In Arnold J.E.M. et P.A. Dewees (eds). *Tree Management in farmer strategies. Responses to agricultural intensification*. Oxford University Press. Oxford. Pp. 65-89.
- Dupuy B. et Chézeaux E. 1994. La sylviculture du Niangon en plantation. *Bois et forêts des Tropiques* 239 : 9-22.
- Dupuy B., M'bla Koua 1993. Les plantations d'acajou d'Afrique : la sylviculture en forêt dense humide ivoirienne. *Bois et forêts des Tropiques* 236: 25-42
- Eldin M. 1971. Le climat. In : Avenard, J.M. Eldin, M. Girard, G. Sircoulon, J. Touchebeuf P. Guillaumet J.L. Adjanohoun E. et Perraud A. (eds.). *Mémoires ORSTOM no 50*, Paris, France. Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. 392 pp.
- Fairhead J. et Leach M. 1998. Reframing deforestation. Global analysis and local realities : Studies in west Africa. *Global Environment Change Series*. Routledge, London and New York. 238 pp.
- Falconer J. 1990. The major significance of "minor" forest products. *Community forestry note 6*, FAO, Rome 232p.
- FAO 1997. *State of the World's Forests 1997*. Rome Food and Agricultural Organisation
- FAO 1988. *FAO-UNESCO soil map of the world. Revised legend*. World Soil Resources report 60, FAO, Rome, Italie, 138 pp.
- FAO 1982. *Les espèces fruitières forestières*. Etude FAO/Forêts, no 34, FAO Rome. 201 p.

- Faure J. et Vivien J. 1980. Intérêt de toutes les ressources ligneuses et non-ligneuses tirées de la forêt par les populations locales..
- Feldstein H.S. Rocheleau D. et Buck L.E. 1990. Agroforestry extension and research : a case study from Siaya District. In : Feldstein H.S. et S.V. Poats (eds), Working together : gender analysis in agriculture, Vol. 1 Kumarian Press, West Hartford, pp. 167-208.
- Florence J. 1981. Chablis et silvigénèse dans une forêt dense humide sempervirente du Gabon. Thèse de Spécialité, Univ. Louis Pasteur, Strasbourg, France.
- Fortmann L. 1988, The tree tenure factor in agroforestry with particular reference to Africa. In : Fortmann L. et John W. Bruce (eds) Whose trees ? Proprietary dimensions of forestry. Rural Studies Series. Westview Press. 16 – 33 pp.
- Fortmann L. et C. Nihra. 1992. Local management of trees and woodland resources in Zimbabwe : a tenurial niche approach. Oxford Forestry Institute, Oxford, O.F.I. Occasional Papers No 43.
- Fortmann L. et John W. Bruce, 1988(eds). Whose trees ? Proprietary dimensions of forestry. Rural Studies Series. Westview Press.
- Fortmann L. et John W. Bruce, 1988. Why land tenure and tree tenure matter : some fuel for thought. In Fortmann, L. et John W. Bruce (eds) Whose trees ? Proprietary dimensions of forestry. Rural Studies Series. Westview Press. 1- 9 pp
- Fowler J. et Cohen L. 1990. Practical statistics for field biology. John Wiley and Sons. Chichester, West Sussex, England 227 pp.
- Fredoux A. et Tastet J.P. 1988. Stratigraphie pollinique et paléoclimatologie de la marge septentrionale du Golfe de Guinée depuis 200 000 ans. Inst. fr. Pondicherry. trav. sec. sci. tech. t. 25 : 175-183
- Gautier-Beguín D. 1992. Plantes de cueillette alimentaires dans le sud du V-Baoulé en Côte d'Ivoire. Description, écologie, consommation et production. Boissiera vol. 46. Genève, 341 pp.
- Gilmour D.A. 1990. Ressource availability and indigenous forest management systems in Nepal Society and Natural Resources 3 : 145-158.
- Gómez-Pompa A. Whitmore T.C. et Hadley M. (eds) 1991. Rain forest regeneration and Management. UNESCO, Paris et Parthenon Publ. Man and Biosphere Series. Vol. 6. 457 pp.
- Gómez-Pompa A. 1991. Learning from traditional ecological knowledge : insights from Mayan silviculture. In : A.Gómez-Pompa, Whitmore T.C. et Hadley M. (eds) 1991. Rain forest regeneration and Management. UNESCO, Paris et Parthenon Publ. Man and Biosphere Series 6 : 335-341.
- Gómez-Pompa A. et A. Kaus 1990. Traditional management of tropical forest in Mexico. In : A.B. Anderson (ed), Alternatives to deforestation : Steps towards sustainable use of the Amazon rain forest. Columbia University Press, New York, 45-64 pp.
- Guillaumet J.L. 1967. Recherche sur la végétation et la flore du bas-Cavally, Côte d'Ivoire. Memoire ORSTOM no 20. ORSTOM, Paris 247 pp.

- Guillaumet J.L., Couturier G. et Dosso H. 1984. Recherche et aménagement en milieu forestier tropical humide : Le Projet Taï de Côte d'Ivoire. Notes Techniques du MAB no. 15, UNESCO, Paris, France. 245pp.
- Hallé F. et Oldeman R.A.A. 1970. Essai sur l'architecture et la dynamique des arbres tropicaux. Masson, Paris, 178 pp.
- Hallé F. et Hanif Kamil 1981. Vegetative propagation of Dipterocarps by stem cuttings and air-layering. *The Malaysian Forester*, 44 (2,3) : 314-318.
- Hallé F. Oldeman R.A.A., et Tomlinson P.B. 1978. Tropical trees and forests : an architectural analysis. Springer Heidelberg. 441 pp.
- Hamilton A. 1976. The significance of patterns of distribution shown by forest plants and animals in tropical Africa for the reconstitution of upper Pleistocene paleoenvironments : a review. In : van Zinderen Bakker E.M. (ed). *Paleoecology of Africa, the surrounding Islands and Antarctica*. 9 :63-97
- Hamilton, A. 1992. History of forests and climate. In : Sayer J.A. Harcourt C,S. et Collins N.M.(eds). *The conservation atlas of tropical forests : Africa*. MacMillan, Basingstoke, 17-25 pp.
- Hart J.W. 1988. Light and plant growth. *Topics in plant physiology : I Series* Editors : M. Black et J. Chapman. Unwin Hyman Ltd, London, 204 p.
- Harlan J.R. 1975. *Crops and man*. Madison, Wisconsin : American Society of Agronomy / Crop Science Society of America.
- Hatta, G.M., 1999. Sungkau (*peronema canescens*) : a promising pioneer tree. Thèse de Doctorat, Wageningen, ISBN 90-5808-129-X
- Hawthorne W.D. 1995. *Ecological Profiles of Ghanaian Forest Trees*. Tropical Forestry Papers N° 29. Oxford Forestry Institute. Department of Plant Sciences. University of Oxford, 345 pp.
- Hawthorne W.D. et M. Abu-Juam. 1995. *Forest protection in Ghana. With particular reference to vegetation and plant species* IUCN / ODA / Forest Department Republic of Ghana.
- Herzog F.M. 1992. Etude biochimique et nutritionnelle des plantes alimentaires sauvages dans le sud du V-Baoulé, Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, EPFZ no 9789, Zurich, Suisse. 122 pp.
- Hladik A. et Hladik M.C. 1977 : Signification écologique des teneurs en alcaloïdes des végétaux de la forêt dense. Résultats des tests préliminaires effectués au Gabon. *La terre et la vie*, vol. 31, 515-555.
- Hladik C.M. A. Hladik, O.F. Linares H., Pazegy A., Semple et M. Hadley (eds), 1993. *Tropical forests, people and food. Biocultural interactions and applications to development*. UNESCO et Parthenon Publ. New York, Man and Biosphère Series 13.
- Hladik A, Miquel S. 1990. Seedling types and plants establishment in an African rain forest. In : Bawa K.S. et M. Hadley (eds). *Reproductive ecology of tropical rain forest plants*. UNESCO et Parthenon Publ. New York, Man and Biosphère Series 7. 261-282.
- Hecht S. et Cockbrun. 1990. *The fate of the forest. Developers, destroyers and defenders of the Amazon*. Penguin Books. 349 pp.



- Hecketsweiler P. 1992. Phenologie et saisonnalité en forêt gabonaise. L'exemple de quelques espèces ligneuses. Thèse de Doctorat. Université de Montpellier II. France.
- Holland J.D. 1908 -1922. The useful plants of Nigeria. Bull. Misc. Inform. Add. Ser.9 :1-963.
- Hutchinson J. Dalziel, J.M. 1963. Flora of West Tropical Africa 2nd edition. Irvine, F.R. 1961. Woody plants of Ghana. Oxford University Press, London. Irvine, F.R. 1952. Supplementary and emergency food plants of West Africa. Econ. Bot. 22 : 326-331
- Irvine, F.R. 1961. Woody plants of Ghana. Oxford University Press, London.
- Irvine F.R. 1952. Supplementary and emergency food plants of West Africa. Econ. Bot. 22 : 326-331
- Irvine F.R. 1948. The indigenous food plants of West African peoples. J. New York Bot. Gard.49 : 225-236
- James R.W. Fimbo, G.M. 1973. Customary land law of Tanzania. Dar es Salam East African Literature Bureau. Plant Science. Freeman, San Francisco, California.
- Jeník J. 1978. Roots and root systems in tropical trees : morphological and ecological aspects. In Tomlinson PB et Zimmermann MH (eds). Tropical trees as living systems. University Press, Cambridge.
- Janick J, Schery RW, FW Woods et Ruttan VW. 1982. Plant Science. San Francisco Freeman
- Kahn F. 1977. Analyse structurale des systèmes racinaires des plantes ligneuses de la forêt tropicale dense humide. Candollea 32 : 321-358
- Kahn F. 1978. Architecture et dynamique spatiale racinaire chez les plantes ligneuses des zones forestières tropicales humides. Rapport ORSTOM, Projet Taï MAB, Adiopodoumé, RCI. 17 pp
- Kahn F. 1980. Comportement racinaire et aérien chez les plantes ligneuses de la forêt tropicale humide, (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire). Adansonia 19 : 4 414-427.
- Kahn F. 1982. La reconstitution de la forêt tropicale humide après culture traditionnelle (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire). Mémoire ORSTOM 97, Paris, France, 150 pp.
- Kahn F. 1983. Architecture comparée de forêts tropicales humides et dynamique de la rhizosphère. Thèse de Doctorat, Univ. Montpellier, France, 441 pp.
- Kajembe G.C. 1994. Indigenous management systems as a basis for community forestry in Tanzania : a case study of Dodoma urban and Lushoto districts. Wageningen Agricultural University, Netherlands, Tropical Resource Management Papers No 6.
- Kéa M. 1994. Comm. Pers. Mr Kéa est Directeur du Département Fruits et Agrumes (DFA) de l'Institut des Forêts et Président de l'Association Ivoirienne des Sciences Agronomiques (AISA)

- Keay R.W.J., C.F.A Onochie, et Stanfield D.P. 1964. Nigerian trees. Nigerian National Press Ltd. Apapa.
- Keay R.W.J. 1989. Trees of Nigeria. Oxford Science Publication. Oxford Press.
- Keegan A.B., J van Staden. 1981. Dormancy and germination of the manketti nut *Ricinodendron rautanenii* Schintz. S. African J. Sci. 77 : 262-264.
- Kennedy J.D. 1936. Forest Flora of Southern Nigeria. The Government Printer, Lagos.
- Khasa P., V Furlan, K Lumande.1990. Symbioses racinaires chez quelques essences forestières importantes au Zaïre. Bois et Forêts des Tropiques 224. 27-33.
- Kientz A. 1992. Protection du Parc National de Taï et gestion des terroirs par la population riveraine. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales, République de Côte d'Ivoire. Deutsche Gesellschaft für Zusammenarbeit. 79 pp. + annexes
- Koch V. 1994 : Peuplement et ethnies. Dans : E.P. Riezebos, A. P. Vooren et J. L. Guillaumet (eds) : Le Parc National de Taï, Côte d'Ivoire. I. Synthèse des connaissances. La Fondation Tropenbos, Wageningen, Pays-Bas. 94-100 pp.
- Koné M et Sanogo A. 1992. Le Makoré, début d'exploitation et volumes de production de l'entreprise Forestière Victor Ballé dans la région de Taï. EFVB, Zagné. Comm. pers.
- Kosko B. 1995. Fuzzy thinking, the new science of fuzzy loggic. London, Harper Collins, 318 pp.
- Küchli C. 1997. Forests of hope. Stories of Regeneration. Earthscan Publications Ltd, London. 244 pp.
- Kumar V. 1978. Studies of Mungongo seed germination. Research Paper No.9. Tree Improvement Research Center / National Council for Scientific Research, Kitwe, Zambia.
- Kunkel G. 1965. The trees of Liberia. German Forestry Mission to Liberia Repport No 3. German Technical Assistance in Forestry and forest Products.
- Lamprecht U. 1989. Silviculture in the tropics. Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn, Germany, 296 pp.
- Lathwell D.J. et Grove T.L. 1986. Soil-plant relationships in the tropics. Ann. Rev. Ecol. Syst. 17 :1-16
- Leakey R.R.B. 1983. Stockplant factors affecting root initiation in cuttings of *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. an indigenous hardwood of West Africa. Journal of Horticultural Science 58 (2) : 277-290.
- Leakey R.R.B., Last, F.T. et Longman K.A. 1982. Domestication of forest trees : an approach securing future productivity and diversity in managed ecosystems. Commonwealth Forestry Review, 61 (1), 33-42.
- Leakey R.R.B. Tchoundjeu Z. Longman, K.A et Blyth J.F. 1989. Vegetative propagation of *Lovoa trichilioides* and *Khaya ivorensis*. Final Report to UK Overseas development Admnistration. Institute of Terrestrial Ecology, Bush Estate, Penicuik, Scotland
- Leakey R.R.B., Mesén J. F., Tchoundjeu Z, Longman K.A., Dick J. McP.,Matin A. Grace J, Munro, R.C. et Muthoka, P.N. 1990. Low-technology techniques for

the vegetative propagation of tropical trees. Commonwealth Forestry Review 29 (3) : 247-257.

- Leakey R.R.B., Newton A., C. Dick, J. McP. 1994. Capture of genetic variation by vegetative propagation : processes determining success. In Leakey R.R.B. Newton A. C. 1994 : Tropical trees : the potential for domestication and rebuilding of forest resources. ITE symposium no 29, ECTF symposium no1. The proceedings of a Conference organised by the Edingburg Center for Tropical Forests, held at Heriot-Watt University, Edinburg, on 23-28 August 1992, as part of the IUFRO Centennial Year (1892-1992). 72-83 pp. London : HMSO.
- Lee P.C, Thornback J. et Bennett E. 1988. Threatened primates of Africa : the ICBP/IUCN Red data Book. IUCN, Gland, Suisse.
- Léna Ph. 1984. Le développement des activités humaines. Dans : J.L. Guillaumet, G. Couturier et H. Dosso (eds) Recherche et Aménagement en Milieu forestier tropical humide : Le Projet Taï de Côte d'Ivoire. Notes Techniques du MAB No 15. UNESCO, Paris. Pp 59-113.
- Le Tacon F, Garbaye J, et Carr G. 1987 The use of mycorrhizas in temperate and tropical forests. Symbiosis, 3, 179-206.
- Lewis W.H. 1963 . Economical Botany. Plants affecting man's health. John N. Wiley et Son, New York
- Libby W.J. 1973. Domestication stratégies for forest trees. Canadian Journal of Forest Research 3 : 265-276.
- Lowery R. 1978. Air-layering, a technique suitable for cloning *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. The Malaysian Forester 41 (3) : 211-223.
- MAEF 1990. Etude du marché de l'huile de palme et de coton. Ministère de l'Agriculture et des Eaux et Forêts, Direction et Contrôle des Grands Travaux, République de Côte d'Ivoire, 5 tomes.
- Maghembe J.A, Kwesiga F, Ngulube M. et Prins H. 1994. Domestication potential of indigenous fruit trees of the mionbo woodlands of southern Africa. In : Leakey R.R.B. Newton A. C (eds). 1994 : Tropical trees : the potential for domestication and rebuilding of forest resources. ITE symposium no 29, ECTF symposium no1. The proceedings of a Conference organised by the Edingburg Center for Tropical Forests, held at Heriot-Watt University, Edinburg, on 23-28 August 1992, as part of the IUFRO Centennial Year (1892-1992).220-229 pp. London : HMSO.
- Makita-Madzou J.P. 1985. Etude morphologique et phytogéographique des fruits comestibles de la flore spontanée du Congo. Thèse de Doctorat de 3ème cycle, Université d'Orléans. 159 pp.
- Maley J, 1991. The African rain forest vegetation and paleoenvironment during late Quaternary. Climatic Change 19 : 79-98.
- Maley J, 1990. Synthèse sur le domaine forestier africain au quaternaire récent Conclusions de la quatrième partie. In : Lanfranchi R. et Schwartz D. (eds). Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique. ORSTOM, Paris, France, 367-382 pp.

- Maley J, 1989. Late quaternary climatic changes in the african rain forest : forest refugia and the major role of sea surface temperature variations. In : Leiden, M. et Sarnthein, M. (eds). Paleoclimatology and paleometeorology : Modern and past patterns of global atmospheric transport. M. Kluwer Acad. Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 585-616 pp.
- Manson P.A, Wilson J.1994. Harnessing symbiotic associations : vesicular-arbuscular mycorrhizas. Pp 165-175 In : Leakey R.R.B., Newton A. C. 1994 : Tropical Trees : the potential for domestication and rebuilding of forest resources. ITE symposium no 29, ECTF symposium no 1. The proceedings of a Conference organised by the Edingburg Center for Tropical Forests, held at Heriot-Watt University, Edinburg, on 23-28 August 1992, as part of the IUFRO Centennial Year (1892-1992). London : HMSO. 284p.
- Mary F., et G. Michon. 1987. When agroforests drive back natural forests : a socio-economic analysis of a rice/agroforest system in South sumatra. *Agroforestry Systems* 5 :27-55.
- Mason P.A, Leakey R.R.B, Musoko M., Ngeh, C.P., Smith R.I. et Sargent C. 1988. Endomycorrhizas and nutrient cycling in indigenous hardwood plantations in Cameroon : effects of differents systems of site preparation. Natural Environment Research Council contract report to the UK Overseas Development Administration. Penicuik, Midlothian : Institute of Terrestrial Ecology.
- Mattheck C. et H. Breloer.1991. Handboek boomveiligheid. De boombreuk in mechanica en rechtspraak. Pinus Floris Producties, Vught (NL).
- Maydell H.J. 1983. Arbres et arbustes du Sahel. GTZ, Eschborn, 531 pp.
- McNeill D. et Freiburger P. 1993. Fuzzy logic. The revolutionary computer technology that is changing our world. Touchstone et Colophon, New York.
- Menninger E.A. 1977. Edible nuts of the world. Horticultural Books INC. Stuart Florida
- Meek C.K. 1968. Land law and custom in the colonies. 2nd edition. London : Frank Cass et Co Ltd.
- Mitchell P.L. et Whitmore T.C. 1993. Use of hemispherical photographs in forest ecology. Oxford Forestry Institute, Occasional Papers, Oxford. 33 pp.
- Michon G. 1985. De l'homme de la forêt au paysan de l'arbre. Agroforesteries indonésiennes. Thèse doctorale de l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Montpellier, France. 273 pp.
- Miquel S. 1985. Plantules et premiers stades de croissances des espèces forestières du Gabon : Potentialités d'utilisation en agroforesterie. Thèse de 3 ème cycle. Université de Paris VI, Paris.158 pp.
- Miquel S.1987. Morphologie fonctionnelle des plantules d'espèces forestières du Gabon. *Adansonia* 9 : 101-121.
- Miquel S. et Hladik, A. 1984. Sur le concept d'Agroforesterie : exemples en cours dans la région de Makokou au Gabon. *Bull. Ecol.* 15 (3) 163-173.
- Momose Y. 1978. Vegetative propagation of malaysian trees. *The Malaysian Forester* 41 (3) : 219-223.

- Munyanziza E. 1994. Miombo trees and mycorrhizae. Ecological strategies, a basis for afforestation. Wageningen Agricultural University Ph.D thesis. ISBN 90 - 5485 - 268 - 2
- Myers N. 1982. Forest refuges and conservation in Africa, with some appraisal of survival prospects for tropical moist forests. In : Prance, G.T (ed). Biological diversification in the tropics. Columbia Univ. Press, New York, USA. 658-672 pp.
- Nanda K.K, Anand V.K. et Kumar P. 1970. Some investigations of auxin effects on rooting of stem cuttings of forest plants. *Indian Forester*, 96 (3) 171-187.
- Negoy A.B.C.G. 1970. Propagation of *Cryptomeria japonica* from branch cuttings. *W.Bengal Forest* 1 : 8-9.
- Newton A.C., Leakey R.R.B., Powell W., Chalmers K, Waugh R., Tchoundjeu Z., Mathias, P.J., Alderson, P.G., Mesén, J.F., Baker P. et Ramnarine S. 1994. Domestication of mahoganies. In Leakey R.R.B. Newton A. C (eds). 1994 : Tropical trees : the potential for domestication and rebuilding of forest resources. ITE symposium no 29, ECTF symposium no1. The proceedings of a Conference organised by the Edinburg Center for Tropical Forests, held at Heriot-Watt University, Edinburg, on 23-28 August 1992, as part of the IUFRO Centennial Year (1892-1992). pp 256-266. London : HMSO.
- Ng F.S.P. 1978. Strategies of establishment in Malayan forest trees. In : Tomlinson P.B. et Zimmermann, H.M. (eds). *Tropical trees as living systems*. 129-162 pp. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ng F.S.P. 1983. Ecological principles of tropical lowland rain forest conservation. In : Sutton S.L., Whitmore T.C. et Chadwick A.C. (eds), *Tropical rain forest : ecology and management*, pp. 359-375. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Ngoye A. 1989. Etude des plantules d'*Irvingia gabonensis* et leur multiplication végétative et greffage en serre. Rapport IRET, Libreville, Gabon, 25p.
- Oberbauer S.F, Clark D.B, Clark D.A et Quesada M. 1988. Crown light environments of two species of rain forest emergent trees. *Oecologia* 75 : 207-212.
- Obi S.N. C. 1988. Rights in economic trees. In Fortmann L. et Bruce J. W. (eds) *Whose trees ? Proprietary dimensions of forestry*. Rural Studies Series. Westview Press . 34-39 pp.
- Okafor J.C. Lamb A. 1994. Fruit trees : diversity and conservation strategies. In Leakey R.R.B. Newton A. C. 1994 : In *Tropical trees : the potential for domestication and rebuilding of forest resources*. ITE symposium no 29, ECTF symposium no1. The proceedings of a Conference organised by the Edinburg Center for Tropical Forests, held at Heriot-Watt University, Edinburg, on 23-28 August 1992, as part of the IUFRO Centennial Year (1892-1992). Pp 34-41. London : HMSO.
- Okafor J.C. 1978. Development of forest tree crop for food supplies in Nigeria. *Forest Ecology and Management*, 1, 235-247.

- Okafor J.C. 1980. Edible indigenous woody plants in the rural economy of the Nigeria forest zone. *Forest Ecology and Management* **3**, 45-55.
- Okali D.U.U. and Onyeachusim, N.D. 1991. The ground flora and forest regeneration at Omo Forest Reserve, Nigeria. In : Gómez-Pompa, A. Whitmore, T. C. and Hadley, M. (eds.) *Rain forest regeneration and management*. UNESCO and The Parthenon Publ. Man and Biosphere series 6 :273-293
- Okigbo B.N. 1977. Neglected plants of horticultural and nutritional importance in traditional farming systems of tropical Africa. *Acta Horticult.* **53**, 131-150.
- Oldeman R.A.A. 1974a. L'architecture de la forêt Guyanaise. *Mémoire ORSTOM* **73**, Paris, 240 pp.
- Oldeman R.A.A. 1974b. Ecotopes des arbres et gradients écologiques verticaux en forêt guyanaise. *Terre et Vie* **28** (4) : 487-520.
- Oldeman R.A.A. 1979. Quelques aspects quantifiables de l'arborigénèse et la sylvigénèse. *Oecol. Plant.* **14** (3) : 1-24.
- Oldeman R.A.A. 1990. *Forests: elements of silvology*. Springer Verlag. Heidelberg. Berlin, 624 pp.
- Oldeman R.A.A and van Dijk J. 1990. Diagnosis of the temperament of tropical rain forest trees. In : Gómez-Pompa, A. Whitmore, T. C. and Hadley, M. (eds.) *Rain forest regeneration and management*. UNESCO and The Parthenon Publ. Man and Biosphere series 6 : 21-65.
- Oldeman R.A.A. 1992. Forest resource utilization. In : Hummel J.A. Parren M.P.E. (eds) *Forests, a growing concern*. Proceedings XIXth International Forestry Students Symposium, September 1991, Wageningen. IUCN, Gland, pp. 27-32.
- Oneka M. 1996. On parks design. Looking beyond the wars. Ph.D thesis. Wageningen Agricultural University, Wageningen The Netherlands. 145 pp. ISBN 90-5485-459-6
- ORSTOM 1980. L'arbre en Afrique tropicale. La fonction et le signe. Cahiers ORSTOM, ser. Sc. Humaines **17** (3-4), ORSTOM, Paris, France. 321 pp.
- Ouédraogo Sibiri J. 1993. La multiplication végétative de *Faidherbia albida*. evolution comparée des parties souterraines et aériennes de plants issus de semis et de bouturage. *Bois et Forêts des Tropiques*, **237** : 31-43.
- Palmer J.R. 1994. Designing commercially promising tropical timber species. In : Leakey R.R.B., Newton A. C (eds). 1994 : *Tropical trees : the potential for domestication and rebuilding of forest resources*. ITE symposium no 29, ECTF symposium no 1. The proceedings of a Conference organised by the Edinburg Center for Tropical Forests, held at Heriot-Watt University, Edinburg, on 23-28 August 1992, as part of the IUFRO Centennial Year (1892-1992). pp. 16-24. London : HMSO.
- Park M. 1799. *Travels into the interior of Africa*. William Bulmer and company, London. Cité par Dewees A.P. 1995. Farmer responses to tree scarcity : the case of woodfuel. In : Arnold J.E.M, P.A. Dewees (eds). 1995. *Tree Management in farmer strategies. Responses to agricultural intensification*. Oxford University Press. Oxford. pp 174-197.

- Parren M.P.E., N.R. de Graaf. 1995. The quest for natural forest management in Ghana, Côte d'Ivoire and Libéria. Tropenbos Series no 13. The Tropenbos Foundation, Wageningen, The Netherlands
- Paulus I, Bonnèhin L, Camara K, Goli M, Kogelheide K.C, Proel E, Schäfer B, Schäfer C, Schmidtt G, Soddemann M, Tozegba , Willner S et Yao A.E. 1996. La gestion durable des ressources naturelles dans la périphérie du Parc National de Taï, Côte d'Ivoire. Possibilités d'appui au développement des capacités locales. Seminar für landlichentwicklung, Humboldt Universität, Berlin. 123 pp.
- Pearcy R.W. 1988. Radiation and light measurements. In : Chapman and Hall (eds). Plant physiological Ecology. London p.97-116
- Peraud A. 1971. Les sols. In : Avenard J.M., Eldin M., Girard G., Sircoulon J., Touchebeuf P., Guillaumet J.L., Adjanooun E. et Perraud A. (eds.) Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoires ORSTOM no 50, Paris, France. 392 pp.
- Perrot E. 1929. Sur les productions végétales indigènes ou cultivées de l'Afrique occidentale française. Paris
- Popma J. et Bongers F. 1988. The effect of canopy gaps on growth and morphology of seedlings of rain forest species. *Oecologia* (Berlin) 75 : 625-632.
- Posey D.A. 1985. Indigenous management of tropical ecosystems. The case of the Kayapó Indians of the Brazilian amazon. *Agroforestry Systems* 3 : 139-158.
- Poulsen G. 1982. The non-wood products of African forests. *Unasyuva* 34 (137), 15-21.
- Powell N. 1998. Co-management in non-equilibrium systems. Cases from Namibian Rangelands. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala 230 pp.
- Pro Natura 1997. Ateliers villageois de formation en agroforesterie pour le reboisement en milieu rural ivoirien. Périphérie du Parc National de Taï, Sud Ouest de la Côte d'Ivoire. 30 pp + annexes
- Raintree J.B. (ed.) 1987. Land, trees and tenure. Proceedings of an international workshop on tenure issues in agroforestry held in Nairobi, Kenya, 27-31 May 1985. ICRAF and the Land Tenure Center, Nairobi and Madison.
- Radl G. 1997. Comm. Pers. Mr Radl est biologiste et conseiller technique de l'Agence allemande de Coopération au Développement (GTZ) au Projet Autonome pour La Conservation du Parc national de Taï où il est chargé de la Division "Ecotourisme dans le Parc National de Taï".
- Remmers G. 1998. Con cojónes y maestria. Wageningen Agricultural Ph.D thesis. ISBN 90-5485-815-x
- Remmers G.G.A., H. De Koeijer. 1982. The T'OLCHE', a Maya system of communally managed forest belts : the causes and consequences of its disappearance. *Agroforestry Systems* 18 :149-177.
- Rhoades R.E. 1982. The art of the informal agricultural survey. International Potato Center, Lima, Peru, 40 pp.
- Rich P.M. 1989. A manual for analysis of hemispherical canopy photographs. Los Alamos, New Mexico. 74 pp.

- Riezebos E.P, Vooren A.P et Guillaumet J.L. (éds.) 1994. Le Parc National de Taï, Côte d'Ivoire. Synthèse des connaissances. La Fondation Tropenbos. Wageningen, Pays-Bas. 322 pp.
- Rohrmoser Klaus 1980. Manuel sur les essais au champ dans le cadre de la Coopération Technique. GTZ, CTA
- Rossignol. M., Rossignol L., Oldeman. R.A.A. et Benzine-Tizroutine. S. 1998. Struggle of Life or The Natural History of Stress and Adaptation. Treebook 1. Treemail, Heelsum, The Netherlands. 237 pp.
- Ruf F. 1979. Travail et stratification sociale en économie de plantation. A propos du dynamisme allogène en pays Oubi. Cahiers Cires, 23 : 47-88.
- Ruf F. 1982. Les règles de jeu sur le foncier et la force de travail dans l'ascension économique et la stratification sociale des planteurs de Côte d'Ivoire. Quelques éléments d'analyse et signes d'évolution technique. Economie Rurale, 147-148 : 111-119
- Ruf F. 1984a. Evolution des derniers fronts pioniers du Sud-Ouest ivoirien. Tome I : Structure de production et stratification sociale. Rapport de Convention. IRCC/IDESSA. Ministère de la Recherche Scientifique/IDESSA/IRCC, Côte d'Ivoire. 93 pp.
- Ruthenberg H. 1980. Farming systeme in the tropics. Clarendon Press, Oxford.
- Salafsky N. 1995. Forest gardens in the Gunung Palung region of West Kalimantan, Indonesia. Defining a locally-developped, market-oriented agroforestry system. Agroforestry System 28(3) :237-268.
- Sayer J.A, Harcourt C.S. et Collins N.M. 1992. The conservation atlas of tropical forests : Africa. MacMillan, Basingstoke, 288 pp.
- Slaats J.J.P. 1995. *Chromolaena odorata* fallow in food cropping systems. An agronomic assessment in South-West Ivory Coast. Tropical Resource Management Papers 11. 177 pp.
- Schnell R. 1957. Plantes alimentaires et vie agricole de l'Afrique Noire. Essai de phytogéographie alimentaire. Edition Larose, Paris.
- Scherr S.J. 1995 : Meeting household needs : farmer tree-growing stratégies in Kenya. In : Arnold J.E.M. et P.A. Dewees (eds). 1995. Tree Management in farmer strategies. Responses to agricultural intensification. Oxford University Press. Oxford. 141-173.
- Seignebos C. 1980. Des fortifications végétales dans la zone soudano-sahéliennes (Tchad et nord Cameroun). In : ORSTOM, L'arbre en Afrique tropicale, la fonction, le signe. Cahiers des Sciences Humaines 17 (3 et 4) : 191-222
- Seignebos C. 1982. Matières grasses, parcs et civilisations agraires (Tchad et nord Cameroun). Cahiers d'Outre Mer 35(139) : 229-269
- Sherpherd G. 1992. Managing Africa's tropical dry forests : a review of indigenous methods. ODI Occasional Papers No 14, Overseas Development Institute, London.
- Shiembo P, Newton A.C et Leakey R.R.B. 1994. Domestication of indigenous fruit trees in Cameroon. Poster paper at IET Symposium no 29, ECTF Symposium no 1. Heriot-Watt University, Edinburgh, 23-28 August 1992.



- Shigo A.L. 1986. A New tree biology dictionary. Terms, topics, and treatments for trees and their problems and proper care. Shigo and Trees, Associates. Durham, New Hampshire.
- Shigo A.L. 1989. A New tree biology. Facts, photos, and philosophies on trees and their problems and proper care. Shigo and Trees, Associates. Durham, New Hampshire.
- Sidibé D.K. 1993. Effect of endomycorrhizal infection, soil type and traitement on growth of *Lovoa trichilioides* (Bibolo), *Triplochiton scleroxylon* (Ayous) and *Terminalia ivorensis* (Framiré) cuttings in Cameroon. MSc thesis, Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
- Sieverding E. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystèmes. GTZ, Eschborn.
- Smith S.E. et Read, D.J. 1997 (2nd ed.). Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, London, New York, 605 pp.
- Smits W.T.M. 1983. Vegetative propagation of *Shorea cf obtusa* and *Agathis dammara* by means of leaf cuttings and stem cuttings. Malayan Forester, **46** : 175-185.
- Smits W.T.M, Fraiture A.C de et Yasman I. 1994. Production of dipterocarp planting stock by cuttings in Indonesia. In Leakey R.R.B. Newton A. C. Tropical trees : the potential for domestication and rebuilding of forest resources. ITE symposium no 29, ECTF symposium no1. The proceedings of a Conference organised by the Edinburg Center for Tropical Forests, held at Heriot-Watt University, Edinburg, on 23-28 August 1992, as part of the IUFRO Centennial Year (1892-1992). pp 267-272. London : HMSO.
- Sorensen E. 1993. Controls and sanctions over the use of forest products in Kafue river basin of Zambia. Overseas Development Institute, London. Rural Development Forestry Network Paper No 15A.
- Sownmi M.A. 1985. The beginning of agriculture in West Africa : botanical evidence. Current Anthropology, **26** :127-129.
- Srivastava P.B.L et Manggil P. 1981. Vegetative propagation of some dipterocarps by cuttings. Malayan Forester, **44**, 144-160
- Steinhauer-Burkart B. et Schaeffer, J. 1992. Conservation du Parc National de Kahuzi-Biega (Zaire) par le développement des zones alentours. 278-284. In Vooren A.P. Schork, W. Spijkerman A.J.C. (eds.) Compte rendu de séminaire sur l'aménagement intégré des forêts denses humides et des zones agricoles périphériques. La Fondation Tropenbos, Wageningen, Pays-Bas. 307 pp.
- Sterck F. 1997. Trees and light. The development and morphology in relation to light availability in a tropical rain forest in French Guiana. Wageningen Agricultural Ph.D thesis. Wageningen, the Netherlands 122 pp.
- Swaine M.D., Whitmore T.C. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. Vegetatio **75** : 81-86
- Swanson R.A. 1979. Gourmatche agriculture. Part I Land tenure and field cultivation. Integrated rural development Project Eastern ORD, B.A.E.P. Upper Volta Contract AID 686-049-78.

- Taylor C.J. 1960. Synecology and silviculture in Ghana. Thomas Nelson et Son Ltd
- Tang Pinso, C Marsh et al. 1987. Proceeding of the seminar on the future role of forest plantations in the national economy and incentives required to encourage investissements in forest plantations development. Kota Kina balu, Sabah, Malaysia. 30 Nov. - 4 Dec. 1987
- Ter Steege H. 1993. Hemiphot, a programme to analyse vegetation, light, and light quality indices from hemispherical photographs. Tropenbos Documents 3. Tropenbos Foundation, Wageningen, The Netherlands.
- Tchoundjeu Z. 1989. Vegetative propagation of the tropical hardwoods *Khaya ivorensis* A. Chev. and *Lovoa trichilioides* Harms. Ph.D thesis, University of Edinburg, 270 pp.
- Thomson J. et C. Coulibaly. 1995. Common property forest management systems in Mali : resistance and vitality under pressure. Unasyva 46 (180) : 16-22.
- Torquebiau E. 1979. The reiteration of architectural model. A demographic approach to the tree. Memoire DEA USTEL Montpellier. 51 pp.
- Torquebiau E. 1984. Man-made dipterocarp forest in Sumatra. Agroforestry System 2(2) : 103-127
- Torquebiau E. 1991. Technologies agroforestières multistrates denses, en mélange ou agroforêts. Notes d'enseignement. ICRAF Mai 1991. 19 pp + annexes.
- Turner I.M. 1990. The seedling survivorship and growth of three *Shorea spp.* in a Malaysian tropical rain forest. Journal of Tropical Ecology 6 :469-478
- Van der Meer P.J. 1995. Canopy dynamics of a tropical rain forest in French Guiana. Wageningen Agricultural University Thesis, Wageningen, The Netherlands, 149 pp.
- Van der Put I. 1990. A marketing plan for Coula nuts, a minor forest product of Taï National Park, Côte d'Ivoire. MSc. thesis Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
- Van Eijk T. 1998. Farming systems Resaerch and Spirituality : an analysis of the foundations of professionalism in developing sustainable farming systems. Wageningen Agricultural University DSc thesis. Wageningen, The Netherlands. 318 pp. ISBN 90 - 5485 - 980 - 6.
- Van Reuler H. 1996. Nutrient management over extended cropping periods in the Shifting Cultivation System of south-west Côte d'Ivoire. Ph.D thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, 189 pp.
- Van Rompaey R.S.A.R. 1993. Forest gradients in West Africa. A spatial gradient analysis. Wageningen Agricultural University Thesis. Wageningen, The Netherlands. 142 pp.
- Van Rompaey R.S.A.R. 1994. Climat. In : Riezebos E.P., Vooren A.P., et Guillaumet J.L. (éds.). Le Parc National de Taï, Côte d'Ivoire. Synthèse des connaissances. La FondationTropenbos, Wageningen, Pays-Bas, 322p. ISBN 90 - 5485 - 120 - 1
- Van Schermbeek A.J. 1898. Het bosch (de leer der bestanden). Ed. Van Wees, Breda, 668 pp.

- Vester H. 1997. The Trees and the Forest. The role of tree architecture in canopy developpement; a case study in secondary forest (Araracuara, Colombia). Ph.D thesis Amsterdam University, The Netherlands. 180 pp. ISBN 90-5651-032-0
- Vooren A.P. 1992. Appropriate buffer zone management strategies for Taï National Park. In : Puig H. et Maitre H. F. (eds.). Actes de l'Atelier sur l'aménagement et la conservation de l'écosystème forestier tropical humide, mars 1990, Cayenne, 26-39 pp
- Vooren A.P. 1979. La voûte forestière et sa régénération. Analyse structurelle et numérique d'une toposéquence en forêt de Taï, Côte d'Ivoire. Thèse de MSc, Université Agronomique de Wageningen, Pays-Bas, 89 pp.
- Voorhoeve A.G. 1965. Liberian high forest trees. Thesis. Wageningen Agricultural University, The Netherlands. 416 pp.
- Walker A. Sillans, R. 1961. Plantes utiles du Gabon. Encyclopédie Biologique LVI. Paul Lechevalier, Paris.
- Warner K. 1995. Patterns of tree growing by famers in eastern Africa. In : Arnold J.E.M. et .A. Dewees (eds), Tree management in farmers strategies. Response to agricultural intensification 90-137 pp. Oxford University Press.
- Werner J. 1993. Participatory Development of Agricultural Innovations. Procedures and Methods of On-Farm Research. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Technical Coopération. Federal Republic of Germany. Eschborn. 251pp.
- White F. 1983. Vegetation map of Africa. UNESCO. Paris
- Wiersum K.F. 1996. Domestication of valuable tree species in agroforestry systems : evolutionary stages from gathering to breeding. In R.R.B. Leakey et al. (eds), Domestication and commercialization of non-timber forest products in in agroforestry systems. FAO, Rome, Italy, FAO Technical Papers, Non-Wood forest products 9 : 147-158
- Wiersum K.F. 1993. Community management of natural forests in the tropics. Reader, forestry and rural development 2 course. Department of Forestry, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.
- Wilson J, Ingleby K, Mason P.A, Ibrahim K. et Lawson G.J. 1992. Long-term changes in vesicular-arbuscular mycorrhizal spore populations in *Terminalia* plantations in Côte d'Ivoire. In Read, D.J. Lewis, D.H. Fitter, A.H et Alexander, I.J. (eds). Mycorrhizas in ecosystems. 268-275. Wallingford, CAB International.
- Wöll H.J., W.E. Waitkuwait. 1994. L'aménagement intégré et son suivi écologique. Forum International sur la Forêt. SODEFOR. Abidjan, 24-27 Mai 1994. 185-194 pp.
- Wright H. 1904. The genus *Diospyros* in Ceylon. Ann. Bot. Gard. Peradeniya, 2, 1-78.
- Zimmerman M. H. et C. L. Brown. 1977. Trees structures and function. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 336 pp.



