Fruits for the Future 3

Safou

Dacryodes edulis G Don.





J. Kengue

CONTENTS

LISTE DES TABLEAUX 6

LISTE DES FIGURES 7

LISTE DES PHOTOS 8

PREFACE 9

REMERCIEMENTS 10

INTRODUCTION 11

CHAPITRE 1: TAXONOMIE 13

1.1. LA FAMILLE DES BURSERACEAE 13
1.1.1. La tribu des Protieae 13
1.1.2. La tribu des Burseraceae 13
1.1.3. La tribu des Canariae 13
1.2. CARACTERES GENERAUX DES BURSERACEAE 14
1.2.1. Port végétatif 14
1.2.2. Feuilles 15
1.2.3. Inflorescences 15
1.2.4. Fruit 15
1.3. LE GENRE *DACRYODES* VAHL. 16
1.3.1. Position systématique 16
1.3.1.1. Clé des espèces du genre *Dacryodes* pour le matériel portant des feuilles et des fleurs 16
1.3.1.2. Clé partielle du genre *Dacryodes* pour le matériel portant des feuilles et des fruits 17
1.3.2. Caractères généraux des *Dacryodes* 18
1.3.2.1. Port végétatif 18
1.3.2.2. Inflorescences 18
1.3.2.3. Fruits 18
1.4. *DACRYODES EDULIS* 19
1.4.1. Synonymes 19
1.4.2. Différentes dénominations 19

CHAPITRE 2: DESCRIPTION DE L'ESPECE 20

2.1. CARACTERES GENERAUX DU SAFOUTIER 20
2.1.1. Organes et port végétatifs 20
2.2. MORPHOGENESE ET CARACTERES ARCHITECTURAUX 22
2.2.1. Stades du cycle morphogénétique 22
2.2.2. Les types foliaires 24

2.2.2.1. Les cataphylles 24
2.2.2.2. Les feuilles abortives 24
2.2.2.3. Les feuilles assimilatrices 25
2.2.3. Les unités de croissance 26
2.2.4. Ramification 28
2.2.5. Le phénomène d'erratisme 29
2.3. LE SYSTEME RACINAIRE 30
2.3.1. Plants âgés de 5 à 8 mois 30
2.3.2. Plants âgés de 2 ans et plus 31
2.4. ORGANES REPRODUCTEURS 32
2.4.1. Inflorescences 32
2.4.2. Mode de groupement des fleurs 33
2.4.3. Morphologie des fleurs 34
2.4.4. Fruits et graines 37
2.5. BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION 38
2.5.1. Dioécie et répartition des sexes 38
2.5.2. Périodes d'anthèse et d'émission pollinique 38
2.5.3. Période de formation du sac embryonnaire 39
2.5.4. Période de réceptivité des stigmates 40
2.6. ECOLOGIE FLORALE 40
2.6.1. Les osmophores 41
2.6.2. Les nectaires 41
2.6.3. La faune entomologique 42
2.7. FRUCTIFICATION 43
2.7.1. Floraison 43
2.7.2. Croissance du fruit 43
2.7.3. Maturation du fruit 44
2.7.3. Croissance de la graine 44
2.7.3.1. Observations anatomiques 44
2.7.3.2. Observations cytologiques du développement de l'embryon 44
2.7.4. Parthénocarpie 46
2.7.5. Alternance et irrégularité de la production 47
2.7.5.1. Manifestation du phénomène 47
2.7.5.2. Causes possibles 47
2.8. PRATIQUES CULTURALES 48
2.8.1. Collecte et plantation des sauvageons 48
2.8.2. Semis 48
2.8.2.1. Semis direct 49
2.8.2.2. Passage en pépinière 49
2.8.2.3. Préparation du terrain 51

CHAPITRE III: ORIGINE DE L'ESPECE ET CENTRE DE DIVERSITE 53

CHAPITRE IV: PROPRIETES DE L'ESPECE 55

4.1. LE SAFOU 55
4.1.1. Composition chimique 55

4.1.2. Valeur nutritive....57
4.2.1. Exploitation industrielle....58
4.2. LES AUTRES PRODUITS....58
4.2.1. Le bois....63
4.2.2. La résine....63

CHAPITRE V: LES USAGES....64

5.1. ETHNOBOTANIQUE ET USAGES TRADITIONNELS....64
5.2. USAGES INDUSTRIEL ET ENVIRONNEMENTAL....65
5.3. DONNEES ECONOMIQUES....66

CHAPITRE VI: RESSOURCES GENETIQUES....68

6.1. VARIATION GENETIQUE AU SEIN DE L'ESPECE....68
6.1.1. Les caractères des organes végétatifs....68
6.1.2. Caractères des organes reproducteurs....69
6.1.3. Le comportement phénologique....70
6.1.4. Fréquence des traits importants....70
6.1.5. Autres éléments de variation....71
6.2. LE NOMBRE CHROMOSOMIQUE....71
6.2.1. Matériel végétal et méthode utilisés....71
6.2.2. Résultats préliminaires....72
6.3. MISE AU POINT DE LA TECHNIQUE D' ELECTROPHORESE ENZYMATIQUE SUR LE SAFOUTIER....73
6.4. IMPORTANCE DES ESPECES SAUVAGES APPARENTEES COMME SOURCE DE DIVERSITE....74
6.5. INSTITUTIONS AYANT DES COLLECTIONS DE MATERIEL GENETIQUE....75
6.5.1. La collection de base de Nkolbisson....75
6.5.2. La collection des marcottes de Nkolbisson....76
6.5.3. La banque de gènes de Barombi-Kang....77
6.6. METHODES DE CONSERVATION....78
6.6.1. Conservation *in situ*....78
6.6.2. Conservation *ex situ*....79
6.7. UTILISATION DU MATERIEL GENETIQUE DANS LA RECHERCHE....80
6.8. PROGRAMME DE SELECTION ET D'AMELIORATION....80
6.8.1. La sélection clonale....80
6.8.2. La sélection générative....81

CHAPITRE VII: SELECTION....83

7.1. LIMITES DE LA SELECTION MASSALE....83
7.2. CONNAISSANCES DE BASE POUR UN SCHEMA DE SELECTION....84
7.2.1. La sélection générative....85
7.2.2. La sélection clonale....86
7.2.2.1. Les techniques classiques....86
7.2.2.2. La culture *in vitro*....86

CHAPITRE VIII: ECOLOGIE....89

8.1. EXIGENCES CLIMATIQUES ET EDAPHIQUES 89
8.1.1. Exigences climatiques. 89
8.1.1.1. Les températures 89
8.1.1.2. La hauteur des précipitations 89
8.1.2. Facteurs édaphiques 90
8.2. IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT 91

CHAPITRE IX: ZONES DE PRODUCTION 92

9.1. DANS LA REGION D'AFRIQUE CENTRALE 92
9.2. AU CAMEROUN 92

CHAPITRE X: AGRONOMIE 100

10.1. QUELQUES PARAMETRES 100
10.1.1. Système racinaire 100
10.1.2. Sols 100
10.1.3. Fumure 100
10.2. MULTIPLICATION DE L'ESPECE 100
10.2.1. La multiplication par la graine 101
10.2.2. Difficultes rencontres dans la reproduction des caracteres parentaux 101
10.2.3. La multiplication végétative 102
10.2.3.1. Le bouturage 102
10.2.3.2. Le greffage 104
10.2.3.3. Le marcottage aérien 106
10.2.3.4. La culture *in vitro* 107
10.3. MALADIES ET RAVAGEURS 108
10.3.1. Maladies et Ravageurs de feuilles 108
10.3.1.1. Les insectes mineurs de feuilles 108
10.3.1.2. La pyrale rouleuse 108
10.3.1.3. Les maladies cryptogamiques 109
10.3.2. Maladies et ravageurs de fruits 109
10.3.2.1. La gale des fruits 109
10.3.2.2. Les dégâts de Carpophilus 110
10.3.3. Maladies et ravageurs des tiges et des racines 110
10.4. DEFENSE DES CULTURES 110
10.4.1. Maladies cryptogamiques 110
10.4.2. Dégâts dus aux autres insectes 111
10.5. RECOLTE 111
10.5.1. Précautions de récolte 111
10.6. RENDEMENT 112
10.7. TRANSFORMATION ET CONSERVATION 113
10.8. COMMERCIALISATION 114
10.8.1. Mode de collecte 119
10.8.2. Les acteurs de la filière 119
10.8.3. Echanges inter - régionaux et fluctuations saisonnières de la production au Cameroun 119
10.8.4. Fluctuations des prix 120

10.8.5. Le marché international de safou....120

CHAPITRE XI: SITUATION ACTUELLE....122

11.1. CONTRAINTES A LA PRODUCTION DES SAFOU....122
11.1.1. Contraintes d'ordre biologique....122
11.1.2. Contraintes aux plans agronomique et technologique....123
11.1.3. Contraintes au plan économique....123
11.2. INITIATIVES EN COURS....124
11.2.1. Au niveau des organismes nationaux....124
11.2.2. Au niveau des organismes du CGIAR....125
11.2.3. Le réseau ASANET....125

CHAPITRE XII: IMPACTS FUTURS....126

12.1. SUR LE PLAN DE L'ENVIRONNEMENT....126
12.2. AUX PLANS ECONOMIQUE ET SOCIAL....126

CHAPITRE XIII: DOMAINES PRIORITAIRES DE RECHERCHE....127

13.1. DANS LE DOMAINE DE LA BIOLOGIE *SENSU LATO*....127
13.1.1. Collecte et conservation du matériel génétique....127
13.1.2. La culture *in vitro*....128
13.1.3. Biologie de la reproduction sexuée....128
13.1.4. Agronomie, techniques culturales....130
13.1.5. Défense des cultures....130
13.1.6. Conservation et technologie post-récolte....131
13.1.7. Volet socio-économique et nutritionnel....131
13.1.8. Le schéma de sélection....132

REFERENCES....133

ANNEXE I : INSTITUTIONS ET INDIVIDUS ENGAGES DANS LA RECHERCHE ET LE DEVELOPPEMENT DU SAFOUTIER....140

ANNEXE II : INSTITUTIONS AYANT DES COLLECTIONS DE SAFOUTIER....145

INDEX DES NOMS SCIENTIFIQUES....146

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 2.1: STADES DU CYCLE MORPHOGÉNÉTIQUE 24
TABLEAU 2.2: MESURE DE LA CROISSANCE DU FRUIT 43
TABLEAU 4.1: COMPOSITION MOYENNE DE LA PULPE DE SAFOU. 55
TABLEAU 4.2: COMPOSITION MINÉRALE DE LA PULPE DÉSHUILÉE.....56
TABLEAU 4.3: COMPOSITION EN ACIDES AMINÉS DE LA PULPE.....56
TABLEAU 4.4: CARACTÉRISTIQUES DE L'HUILE DE LA PULPE 57
TABLEAU 9.1: QUELQUES ZONES DE PRODUCTION ET DE COMMERCIALISATION DE SAFOU AU CAMEROUN.....94
TABLEAU 9.2: QUANTITÉS ET PROVENANCES DE SAFOU DU MARCHÉ DE MFOUNDI 99

LISTE DES FIGURES

FIG. 2.1. **A** RAMEAU FLORIFÈRE, **B** DÉTAIL D'UNE PORTION DE FEUILLE MONTRANT LES NERVURES AVEC DES POILS ÉTOILÉS. 21
FIG. 2.2. STADES DU CYCLE MORPHOGÉNÉTIQUE. 23
FIG. 2.3. DIFFÉRENTS TYPES DE FEUILLES 26
FIG. 2.4. SCHÉMA D'UNE UNITÉ DE CROISSANCE VÉGÉTATIVE 26
FIG. 2.5. CROISSANCE ET RAMIFICATION.....28
FIG. 2.6. MORPHOLOGIE ET ARCHITECTURE DU SYSTÈME RACINAIRE.....31
FIG. 2.7. MORPHOLOGIE DES INFLORESCENCES.....33
FIG. 2.8. MORPHOLOGIE DES ORGANES REPRODUCTEURS.....35
FIG. 2.9. MORPHOLOGIE DES FLEURS.....36
FIG. 2.10. MORPHOLOGIE DES FRUITS 37
FIG. 9.1. ZONES DE PRODUCTION DE SAFOU AU CAMEROUN.....93

LISTE DES PHOTOS

PHOTO 1. COUPE AU NIVEAU DU RÉCEPTACLE MONTRANT DES CANAUX SÉCRÉTEURS 59
PHOTO 2. SAC EMBRYONNAIRE 15 JOURS APRÈS LA POLLINISATION. 59
PHOTO 3. PREMIÈRE DIVISION DU ZYGOTE. 59
PHOTO 4. DIFFÉRENCIATION DE L'EMBRYON EN UN PÔLE RACINAIRE ET EN UN PÔLE APICAL. 60
PHOTO 5. DIFFÉRENCIATION EN LOBES COTYLÉDONNAIRES. 60
PHOTO 6. JEUNES PLANTS DE SAFOUTIER DANS LA PÉPINIÈRE DE L'IRAD À NJOMBÉ 61
PHOTO 7. DIVERSITÉ DES CARACTÈRES DES FRUITS: COULEUR DE L'ÉPICARPE, COULEUR DU MÉSOCARPE, ET FORMES DES FRUITS. 61
PHOTOS 8 & 9 CHROMOSOMES SUR QUELQUES PLAQUES MÉTAPHASIQUES 62
PHOTO 10. UNE VUE DE LA COLLECTION DE BASE DE MINKOA-MEYOS 95
PHOTO 11. UNE VUE DE LA COLLECTION DES MARCOTTES DE MINKOA-MEYOS 95
PHOTO 12. PLANT DE MARCOTTE DE 2 ANS EN FRUCTIFICATION. 96
PHOTO 13. SAFOUTIERS DANS LE SYSTÈME TRADITIONNEL DE CULTURES ASSOCIÉES À MAKÉNÉNÉ (CAMEROUN). 96
PHOTO 14 A) INFLORESCENCES MÂLES, B) INFLORESCENCES FEMELLES 97
PHOTO 15. PLANT GREFFÉ DE 18 MOIS DANS LA COLLECTION DE MINKOA-MEYOS 97
PHOTOS 16 ET 17. MARCOTTES ENRACINÉES ET SEVRÉES. 98
PHOTO 18. MARCOTTES ENRACINÉES DÉBARASSÉE DU SUBSTRAT D'ENRACINEMENT. 115
PHOTO 19. A) MARCOTTES EN PÉPINIÈRE. 115
PHOTO 20. B) PLANTE DE MARCOTTE 3 MOIS APRÈS LE PLANTATION. 116
PHOTO 21. C) MARCOTTE DE 18 MOIS EN CHAMP. 116
PHOTO 22. D) MARCOTTE DE 20 MOIS EN CHAMP. 117
PHOTO 23. DÉPÉRISSEMENT D'UNE MARCOTTE PAR SUITE D'UNE ATTAQUE NON IDENTIFIÉE AU NIVEAU DE LA RACINE. 117
PHOTO 24. SAFOUS EMBALLÉS DANS LES FILETS. 118

PREFACE

Les arbres fruitiers tropicaux sont des espèces universelles importantes qui complètent et améliorent la qualité des régimes, fournissent le fourrage, le carburant, le bois de construction et la médecine pour de petits propriétaines et peuvent jouer un rôle essentiel dans des programmes de diversification de culture et des systèmes agroforestiers. La vente des produits récoltés fournit également un revenue rendant la vie plus soutenable.

Le but de ce livre est d'assembler les informatiens concernant sur la production, l'utilisation et le marketing afin de favoriser cette espèce à fort potentiel (*Dacryodes edulis*). Il identifie également les lacunes de la connaissance qui exigent de nouvelles initiatives de recherches. Cette information sera diffusée à une large assistance dans les pays développés et en voie de développement. Un manuel de prolongation est également mis à la disposition des fermiers, des ouvriers de champ et des décisionnaires pour encourager et aider plus de personnes à développer et à employer cette espèce importante.

La publication de ce livre a été financée par le service pour le développement international (DFID), R-U, en tant qu'élément d'un projet appelé les "fruits de l'avenir". D'autres organismes associés impliqués dans le projet sont le centre international pour la recherche en Agroforesteire (ICRAF) et l'institut international de ressources génétiques des plantes (IPGRI). SAFOU. est le troisième d'une première série de 5 monographies et manuels d'extension. Le placement pour une deuxième série de 5 monographies plus encore a été également fixé.

Nous espérons que les informatiens présentées dans cette monographie serons un outil utile aux professeurs, aux étudiants, aux extensionistes, aux décisionnaires, aux cultivateurs d'arbre et plus particulièrement aux commerçants. Nous espérons également que ce travail pourra encourager davantage la production et la vente de safou en particulier au niveau des villages, ainsi que les chercheurs et les scientifiques à explorer encore plus lein les avatanges du safou et des autres espèces tropicales indigènes d'arbres fruitieres. Pour de plus amples informations sur la série, merci de visiter le website de ce project: http://www.civil.soton.ac.uk/icuc/frufut1.htm

Nous voudrions exprimer nos sincères remerciements à Dr. J. Kengue qui a diligemment produit le manuscrit pour cette publication, ainsi qu'à M. Nya Ngatchou, M. Francois Rogon (BUROTROP) et Paul Vantomme (FAO) qui ent passé en revue et édité le manuscrit, mme. Rosemary Wise qui a produit les illustrations botaniques et à tous les collaborateurs qui ont fourni des informatiens et des documents actuels de recherches pour l'analyse et la citation. On peut espérer que plaçant s'avérera çapable de traduire ce volume en anglais.

Éditeurs, Avril 2002

REMERCIEMENTS

La rédaction du présent ouvrage a été demandée par le ICUC (International Centre for Underutilized Crops), Université de Southampton, UK. Je tiens à remercier le Dr Nazmul Haq, Directeur de ce Centre pour l'estime sur la base duquel il a bien voulu me confier cet important travail dont la réalisation n'était pas évidente. Je remercie également son Assistante Mademoiselle Angela Hughes pour ses encouragements, pour son constant dévouement à la recherche bibliographique et pour la mise en page de ce document. Nos remerciements vont également à A. J. Simons, Chef du « Tree Domestication Programme » à L'ICRAF (Nairobi) pour son soutien sans faille et pour l'intérêt qu'il accorde au développement de la culture du safoutier .

A l'Institut de la Recherche Agricole pour le Développement (RAD), la plupart de mes collègues et en particulier ceux du programme de recherche sur les fruitiers divers ont, d'une manière ou d'une autre, directement ou indirectement, apporté une contribution inestimable à la réalisation de cette monographie :

Daniel Ducelier, Chef du Projet Fruits et Légumes de l'IRAD,
Bella Manga, Jean Kuaté, François Damesse, Serge Hernandez, et Lazare Kouodiékong, tous collègues du Programme Fruits,
Félicité Maemble, Secrétaire au Programme Fruits,
Mballa Jean Marie agent à l'IRAD,
Isseri Fernand, Géographe- Consultant,

Enfin, j'exprime ma gratitude à mon père spirituel, Monsieur Jean Nya Ngatchou, Généticien, Directeur de Recherche Emérite, pionnier de la recherche sur le safoutier au Cameroun, qui a accepté la lourde et fastidieuse tâche de lire et corriger le manuscrit de cet ouvrage avant sa soumission au Comité de Lecture.

Comme vous le savez très bien, Il est pratiquement impossible de donner dans cette page la liste exhaustive des nombreuses personnes, qui ont apporté une contribution à la réalisation de ce travail. Que tous et toutes en soient remerciés et trouvent ici l'expression sincère de ma profonde gratitude.

INTRODUCTION

La région d'Afrique Centrale et du Golfe de Guinée, principale zone de production des safous, est une région où l'Agriculture est l'activité dominante des populations. Elle occupe environ 80 % de la population active et porte essentiellement sur les espèces introduites : cacaoyer, hévéa, arachide, riz, etc…, avec quelques rares espèces d'origine africaine telles que le caféier et le palmier à huile.

Originaire de cette région, le safoutier faisait depuis une époque assez reculée, l'objet d'une économie de cueillette. Les populations se contentaient du peu qu'elles pouvaient trouver dans la nature pour satisfaire leurs besoins immédiats et vendre éventuellement pour gagner un peu d'argent.

Par la suite, ces populations commencent à sélectionner les gros fruits qui contiennent beaucoup d'huile, un goût non acide, pour planter dans leurs champs et dans leurs jardins de case. On assiste alors progressivement à une augmentation des densités. La production est toujours destinée à la consommation mais aussi et de plus en plus à la commercialisation.

Au cours de la deuxième moitié de la décennie 80, on assiste à un intérêt de plus en plus accru des population pour la culture du safoutier. Les safous occupent une place plus importante sur le marché et les transactions commerciales sur le safou dépassent le cadre local pour prendre une dimension régionale et même internationale. L'impasse que connaissent le cacao, le café, le coton, l'huile de palme etc , sur le marché mondial, ainsi que la dévaluation du Franc CFA en 1994 donnent un coup d'accélérateur au développement de cette culture.

En 1997, une étude portant sur la production et la commercialisation du safou, réalisé dans certains marchés au Sud du Cameroun estime à 4500 tonnes la quantité de safous commercialisée pour une valeur d'environ 300 millions de Francs CFA. En 1999 le CIFOR publie une étude sur le marché des Produits Forestiers Non Ligneux en France et en Belgique et rapporte l'existence d'un important marché de safous dans ces pays et les bonnes perspectives de développement de ce marché.

On note cependant que le développement de la culture du safoutier se heurte à de nombreuses contraintes :

i) malgré les efforts remarquables des chercheurs, et les résultats intéressants auxquels ils ont abouti, on note l'absence d'une technique simple de sélection et de multiplication à grande échelle du safoutier. Par conséquent, les planteurs dans leur grande majorité, continuent à utiliser un matériel tout-venant et sèment les

graines qui ne permettent que rarement de reproduire les caractères recherchés. Les techniques culturales dans leur ensemble sont restées empiriques,

ii) On estime à 7 tonnes par hectare le rendement en huile de safou. Les analyses chimiques ont montré que cette huile peut être utilisée aussi bien dans l'industrie du cosmétique que dans l'industrie alimentaire. Mais les unités d'extraction de cette huile, qu'elles soient de type artisanale ou industrielle tardent encore à voir le jour,

iii) De même les technique de conservation des safous font cruellement défaut et les pertes dues au manque de techniques appropriées de conservation sont estimées à 50 % de la production totale,

iv) Malgré l'importance des transactions commerciales sur le safou, il n'existe pas encore une filière organisée. La commercialisation se fait par conséquent dans des circuits informels, sans régulation étatique.

La promotion de la culture du safou passe par l'aboutissement des multiples actions entreprises depuis un certain temps dans les instituts de recherche et les institutions universitaires de la région ainsi que dans les ONG, et qui visent toutes à lever les contraintes à la production des safous. Ce n'est que de cette façon et de cette façon seulement, que nous pouvons permettre au paysan producteur des safous d'en tirer meilleur parti pour satisfaire ses besoins alimentaires et augmenter le niveau de vie de sa famille par l'accroissement de ses revenus.

Puisse le présent ouvrage servir de document de base aux acteurs de la filière safou, en amont et aval, pour élargir les horizons sur le développement de cette culture dont la valeur commerciale, l'importance alimentaire, ainsi que les bonnes perspectives de son exploitation industrielle ont longuement été soulignés. Tel est notre souhait.

CHAPITRE 1: TAXONOMIE

1.1. LA FAMILLE DES BURSERACEAE

La famille des Burseraceae, ordre des Géraniales comprend trois tribus.

1.1.1. La tribu des Protieae

Elle comprend quatre genres et une centaine d'espèces inégalement réparties dont 80 % en Amérique tropicale et le reste à Madagascar, en Indochine, en Australie et dans la péninsule et l'archipel Malais.

Dans cette tribu se trouvent:
Crepidospermum avec deux espèces en Amérique tropicale.
Trattinickia avec cinq espèces en Amérique tropicale.
Garuga avec trois espèces dont une en Indochine et deux dans l'archipel Malais.
Protium, avec 90 espèces dont plus de 80 en Amérique tropicale.

1.1.2. La tribu des Burseraceae

Elle comprend deux sous-tribus

Sous- tribu des Burseraceae - Commiphorinae avec deux genres.

- *Aucoumea* Pierre, comprenant une seule espèce en Afrique (*Aucoumea klaineana*), le célèbre Okoumé, endémique au Cameroun et au Gabon).
- *Commiphora* Jacq, environ cent trente neuf espèces dont dix à Madagascar, cent vingt et une en Afrique tropicale et huit en Arabie et en Inde.

Sous-tribu des Burseraceae - Burserinaea

- *Boswellia* Roxb, une trentaine d'espèces réparties un Afrique, en Arabie et en Inde.
- *Triomma* Hook, une seule espèce dans la péninsule et l'archipel Malais.
- *Bursera* Jacq., avec cent espèces en Amérique Tropicale.

1.1.3. La tribu des Canariae

- *Dacryodes* Vahl, trente quatre espèces dont deux en Amérique tropicale, dix neuf en Afrique et treize dans la péninsule et l'archipel Malais.
- *Santiria* Blume, vingt quatre espèces, dont six en Afrique et dix huit dans la péninsule et l'archipel Malais.

- *Hapcolobus* H. J. Lam., douze espèces en Malaisie.
- *Sentinanthe* Thwaites une espèce au Ceylan, *Sentinanthe brunnea*.
- *Canarium* L., cent neuf espèces dont cinq en Afrique et Madagascar, dix huit en Indonésie, une au Ceylan et en Australie, neuf en Polynesie et soixante six en Malaisie.
- *Canariellum* Engler, une espèce en Nouvelle Calédonie, *Canariellum oleiferum*.

Ainsi, il ressort que dans la famille des Burseraceae, sept genres sont représentés en Afrique équatoriale: *Dacryodes* Vahl, *Commiphora* Jacq, *Aukoumea* Pierre, *Boswellia* Roxb, *Santiria* Blume, *Bursera* Jacq., et *Canarium* L. Elle comprend environ deux cents espèces dont cent cinquante pour le seul genre *Commiphora*.

Au Cameroun on dénombre six genres et dix sept espèces:
- *Boswellia* Roxb, deux espèces: *Boswellia dalzielii* et *Boswellia papyrifera*.
- *Commiphora* Jacq; trois espèces: *Commiphora africana*, *Commiphora kerstingii* et *Commiphora pedonculata.*
- *Aucoumea* Pierre, une seule espèce, *Aucoumea klaineana*.
- *Canarium* L., deux espèces: La plus importante est *Canarium schweinfurthii* à fruits comestibles riches en acides gras, bien connue dans les savanes d'altitude des Hauts Plateaux de l'Ouest du Cameroun.
- *Santiria* Blume, deux espèces: *Santiria balsamifera*, et *Santiria trimera*, « ébap » à fruits également comestibles.
- *Dacryodes* Vahl. avec neuf espèces dont sept connues.
Dacryodes buettneri, Dacryodes camerunensis (espèces nouvellement décrite par Onana, 1998), *Dacryodes edulis* (le safoutier) *Dacryodes klaineana, Dacryodes ledermanii, Dacryodes macrophylla* et *Dacryodes villiersiana* (espèce nouvelle, Onana, 1998).

1.2. CARACTERES GENERAUX DES BURSERACEAE

Troupin (1950) dans sa publication intitulée les Burseraceae du Congo Belge et du Rwanda, Onana dans sa thèse sur les Burseraceae du Cameroun donnent les caractères généraux des Bursséraceae:

1.2.1. Port végétatif

C'est une famille qui comprend des arbustes et des arbres; pas d'herbacés, ni de lianes, caractérisée par la présence dans l'écorce de canaux sécrétant une résine odorante souvent exploitée. En fait la résine se trouve dans tous les organes de la plante mais, en plus grande quantité dans l'écorce. Selon la composition chimique, on distingue les résines simples et les gommes - résines. On en distingue ainsi trois groupes: Les myrrhes, les encens et les elemis.

La base du tronc peut être cylindrique ou conique, souvent avec des empattements, des contreforts ou des racines échasses. Le fût est vertical, plus ou moins cylindrique, de section circulaire.

1.2.2. Feuilles

Les feuilles stipulées ou non, sont composées imparipennées, rarement simples et glandulaires, généralement insérées aux bouts des rameaux. Elles ont une phyllotaxie spiralée. Dans des cas rares, ces feuilles peuvent être pennées, dans ces conditions la dernière paire de folioles est morphologiquement différente des autres.

Les feuilles ont deux à vingt cinq paires de folioles opposées, subopposées ou alternes, pétiolulées ou sessiles; le limbe est oblong, oblong lancéolé, ou elliptique; la base plus ou moins asymétrique, cunéiforme plus ou moins allongée ou cornée; les bords sont entiers, dentés ou crénelés, le sommet est acuminé ou non, les nervures sont bien marquées, généralement proéminentes au moins sur la face inférieure.

Les organes foliaires (pétioles, rachis, pétiolules et limbes) sont souvent indumentés, rarement glabres; les poils sont de trois types: simples, écailles stellés, glanduleux ou papilles. Les poils peuvent être persistants ou caduques.

1.2.3. Inflorescences

Inflorescences axillaires généralement groupées aux bouts des rameaux. On y rencontre souvent deux types d'inflorescence; les cymes et les racèmes. Les fleurs sont pédicellées ou subsessiles de petite taille. Elles sont chasmogames actinomorphes, trimères ou pentamères; les espèces sont généralement dioïques mais certains arbres portent des fleurs hermaphrodites. Les fleurs mâles et les fleurs hermaphrodites ont des étamines, alors que les fleurs femelles ont des staminodes. Les filets d'anthères sont élarmis ou minces, indumentés ou glabres, généralement fixés soit au dessus, soit sur le côté du disque périovarien. L'ovaire est bien développé chez les fleurs hermaphrodites. L'ovaire peut-être de forme conique, globuleux, indumenté ou glabre, pluriloculaire.

1.2.4. Fruit

Les Burseraceae sont des plantes polycarpiques à floraison annuelle ou biannuelle. Les fruits sont soit des capsules, soit des drupes. Pour les capsules les graines sont ailées alors que les fruits drupacés sont monospermes à graines exalbuminées à cotylédons charnus ou foliacés, entiers, palmatisequés, plissés ou condupliqués.

1.3. LE GENRE *DACRYODES* VAHL.

1.3.1. Position systématique

Le genre *Dacryodes* d'après Lam qui en a publié une révision en 1932 comportait au départ 34 espèces subdivisées en trois sections:

- la section *Pachylobus* en Afrique tropicale avec dix neuf espèces,
- la section *Archidacryodes* en Amérique avec deux espèces aux Antilles et au Pérou,
- la section *Curtisina* en avec Indomalaisie (peninsule Malaise, Sumatra, Java, Bornéo, Philippines, N. Célèbes) avec treize espèces.

Depuis, plusieurs espèces nouvelles ont été décrites en Amérique du Sud et en Afrique particulièrement dans la zone d'Afrique centrale (Onana 1998). Plusieurs autres espèces décrites au Cameroun et en Guinée Equatoriale sont imparfaitement connues et n'ont malheureusement pas pu être rapprochées des espèces gabonaises. Certaines espèces de *Dacryodes* sont en effet si proches les unes des autres que les descriptions seules ne permettent pas de les distinguer avec certitude.

Toutes les espèces de régions tropicales se trouvent principalement en Afrique et en Océanie. En Afrique, les espèces sont plus spécialement localisées dans la région guinéenne.

1.3.1.1. Clé des espèces du genre **Dacryodes** *pour le matériel portant des feuilles et des fleurs*

1 - disque glabre
2 - ovaire glabre
3 - présence de une ou deux paires de folioles réduites ....….*D. edulis*
3'- pas de folioles réduites
4 - folioles à base asymétrique, quelques écailles stellées éparses sur le limbe... ……*D. macrophylla*
4'- folioles à bases asymétriques, nervures primaires à bases tomenteuses dessous.....……*D. ledermannii*
2'- ovaires tomenteux
5 - étamines à filets glabres.....……*D. klaineana*
5'- étamines à filets pubescents.
6 - inflorescences en panicules larges.....…….*D. villiersiana*
6'- inflorescences en panicules spéciformes ...……...*D. tesmannii*
1'- disque tomenteux
7 - ovaire glabre, folioles tomenteuses, brun - rougeâtre dessous .……*D. buettneri*
7'- ovaire tomenteux, folioles sans tomentum.……...*D. camerunensis*

1.3.1.2. Clé partielle du genre **Dacryodes** *pour le matériel portant des feuilles et des fruits*

1 - fruit à enveloppe membraneuse
2 - folioles tomenteuses brun - rougeâtre dessous.....*D. buettneri*
2'- folioles sans tomentum
3 - pas de folioles réduites.....*D. ledermannii*
1'- fruit à endocarpe dur
4 - épicarpe glabre, fruit globuleux.....*D. macrophylla*
4'- épicarpe tomenteux stellé, fruit apiculé
5 - pétiolules canaliculées, folioles généralement plus grandes que précedemment.....*D. klaineana*

Cette clé ne tient pas compte des deux espèces *Dacryodes tesmannii* et *Dacryodes villiersiana* dont les fruits sont encore inconnus.

Okafor (1983) avait entrepris une étude en vue d'une délimitation variétale au sein de l'espèce *Dacryodes edulis*. Au terme de cette étude il conclut que l'espèce comporte deux taxa qui, à son avis doivent être considérés comme des variétés puisqu'ils se distinguent l'un de l'autre par des caractères qui ne sont pas liés à une zone géographique donnée. Pour ces taxa, les caractères se présentent ainsi qu'il suit:

- *Dacryodes edulis* var. *parvicarpa*: fruits de petites tailles, plus ou moins coniques, moins de 5 cm de long et 2,5 cm de large.
- *Dacryodes edulis* var. *edulis*: fruits de grande taille, plus de 5 cm de long et 5 cm de large.

Au regard de ces résultats, Nya Ngatchou et Kengue (1986, 1989) affirment que la réalité est plus complexe compte-tenu de l'extrême diversité des caractères:

- pour les caractères végétatifs: le port végétatif de l'arbre, la taille des feuilles et l'aspect du limbe foliaire (lisse ou gaufré) la couleur des feuilles,

- pour les caractères reproducteurs: l'aspect, la taille et la couleur des inflorescences et des fleurs, la taille, les couleurs de l'épicarpe et du mésocarpe, les formes et les goûts des fruits.

La poursuite d'une telle étude suppose l'élaboration préalable d'un descripteur complet qui fait ressortir dans les détails toutes ces variations. Ce n'est qu'à partir de là qu'on peut d'abord déterminer les caractères discriminants qui échappent au contrôle des conditions du milieu et ensuite, trouver les corrélations qui existent entre eux.

1.3.2. Caractères généraux des *Dacryodes*

Lam (1932), Troupin (1950) Hutchinson et Dalziel (1958), Aubreville (1962) Onana (1998) donnent pour le genre *Dacryodes* les caractères généraux suivants.

1.3.2.1. Port végétatif

Arbres moyens à grands avec ou sans contreforts à la base, rhytidome se détachant en plaques plus ou moins épaisses de forme irrégulière. Feuilles composées imparipennées parfois pennées à 5-12 paires de folioles opposées ou subalternes. Limbe mesurant 2 - 35 x 1 - 20 cm, de consistance plus ou moins coriace; de forme oblongue à elliptique à bases souvent asymétriques à bords entiers et sommets acuminés nervation pennée. Nervure primaire saillante dorsalement, 4 à 17 paires de nervures secondaires. Rachis et pétiolules tomentelleux à glabrescents composés soit de poils étoilés, soit de poils simples.

1.3.2.2. Inflorescences

Les *Dacryodes* sont des arbres dioïques. Inflorescences en panicules tomenteuses axillaires parfois terminales ; fleurs trimères rarement tétramères courtement pédicellées, calice à 3 sépales plus ou moins libres, parfois soudés à la base. Pétales 3, valvaires, épais, aussi long ou plus long que les sépales, à bords plus ou moins repliés intérieurement à sommet refléchi - pétales et sépales sont recouverts extérieurement d'un tomentum dense de poils étoilés, glabres intérieurement. 6 étamines insérées au bord ou légèrement en dessous d'un disque, plus courtes que les pétales. Anthères bien développées chez les fleurs mâles, réduites aux staminodes chez les fleurs femelles généralement plus courtes que l'ovaire. Le disque est déprimé en son centre où se trouve logé l'ovaire, rudimentaire chez les fleurs mâles, biloculaires chez les fleurs femelles, chaque loge contenant 2 ovules à placentation axile. Stigmate 2 - 4 lobes.

1.3.2.3. Fruits

Fruits drupacés de formes très variées (globuleux, oblong, conique, elliptique ou ovoïde) une seule graine ou rarement deux.

Endocarpe mince ou, au contraire très dur, plaqué sur une face d'un écusson plus ou moins développé qui correspond à la paroi stérile de l'ovaire. Epicarpe lisse, glabre ou parfois indumenté, mésocarpe charnu, graine formée de 2 cotylédons épais multilobés, palmatisèqués.

1.4. *DACRYODES EDULIS*

1.4.1. Synonymes

Plusieurs botanistes à diverses époques ont décrit cette espèce sous des noms scientifiques différents qui sont aujourd'hui tombés en synonymie.

Pachylobus edulis G. Don (1832)
Canarium edule Hook (1849)
Canarium mubafo ficalho (1881)
Canarium saphu Engl (1893)
Pachylobus saphu Engl (Engl.) (1896)
Pachylobus edulis G. Don var *preussii*. Engl. (1898)
Canarium mubafo (Ficalho) Engl. (1899)
Canarium manfeldianum Engl. (1910) *Pachylobus edulis* G. Don. var. *glabra* A. Chev. (1916).
Pachylobus edulis G. Don var *sylvestris* A. Chev (1916)
Dacryodes edulis (G. Don) H. J. Lam (1932)

1.4.2. Différentes dénominations

Au Cameroun, les noms vernaculaires sont aussi variés que les dialectes et les tribus. En voici quelques uns:

Dschang: le-tsè, ékiep; Bangangté: tchou; Bafang: che; Bamoun: youom; Bassa-Ewondo, Eton: assa; Bafia: kiyom; Douala: sao; Pygmée: senè. Au Congo et en République Démocratique du Congo: nsafou; au Gabon atanga.

En Francais: Prunier: par référence à la ressemblance de par la couleur de l'épicarpe des fruits aux prunes, fruits du prunier qui est un arbre fruitier des zones tempérées. En réalité, les deux espèces n'ont rien de commun.

Safoutier: est le nom français le plus original. Il dérive du nom vernaculaire Nsafou en lingala. Le terme prunier a définitivement cédé sa place au terme safoutier.

En Anglais: Bush butter tree: en référence à sa richesse en acides gras et à son exploitation qui se faisait a' lors à l'état sauvage.
- African plum tree (le prunier Africain)
- African pear à cause de sa ressemblance avec l'avocatier dont le fruit est également une drupe à pulpe riche en acides gras.

CHAPITRE 2: DESCRIPTION DE L'ESPECE

2.1. CARACTERES GENERAUX DU SAFOUTIER

2.1.1. Organes et port végétatifs

Arbres moyens à fût cylindrique plus ou moins rectiligne suivant la précocité de ramification, généralement sans empattements, hauteur atteignant 30 m, diamètre 0.5 à 0.7 m à 1.50 m du sol. Cime profonde souvent en forme de boule. Rhytidome rugueux de couleur gris clair se débitant en plaques de formes irrégulières. L'écorce mesure environ 10 mm d'épaisseur; en coupe elle est de couleur brun rouge dans sa moitié extérieure, brun grisâtre dans sa moitié intérieure, très scléreuse, peu adhérente au cambium, à surface interne lisse.

Les feuilles primaires ont 3 folioles parfois 5. Les feuilles adultes 5 à 12 paires de folioles, sont imparipennées, quelque fois paripennées, généralement alternes, parfois opposée à phyllotaxie spiralée, groupées au bout des rameaux, aux rachis atteignant 30 à 40 cm de long; la taille et la forme des folioles varient du sommet à la base de la feuille. Les pétioles sont courts, ayant à la base un renflement d'environ 2.5×1.5 cm (Fig.2.1.). Les 2 folioles de la base sont généralement réduites avec leurs faces supérieures tournées vers la tige, elles sont souvent caduques. Le pétiole de la foliole terminale par contre est de même taille que les autres pétioles des folioles latérales de 0.5 à 1 cm de long nettement canaliculé, jusqu'à 3 cm pour la foliole latérale, légèrement canaliculé, tomenteux, stelé, brun rougeâtre. Folioles de dimensions très variables, normalement 8-16 (20) cm de long sur 3-5 (10) cm de large de cunéesforme oblongue. Lancéolées, arrondies, cunées, égales ou inégales à la base, longuement acuminées au sommet, les folioles de base plus petites, 2 à 6 cm de long sur 1 à 3 cm de large. Faces supérieures glabres, faces inférieures éparsement pubescentes, à induments formés de poils simples. Nervure primaire fortement proéminente à la face inférieure, souvent glabre, parfois pubescente.

Dans ce dernier cas, c'est soit un mélange de poils simples et de poils stellés, soit des poils stellés uniquement. 10 à 15 paires de nervures secondaires bien marquées, arquées et réunies à quelques distances des bords du limbe. Nervures intersecondaires de taille plus fine que les nervures secondaires, nombreuses nervures tertiaires sous forme réticulée. De couleur rose ou rougeâtre au stade juvénile, les feuilles deviennent vert clair ou vert foncé à maturité.



Fig. 2.1. **A** Rameau florifère, **B** Détail d'une portion de feuille montrant les nervures avec des poils étoilés.

2.2. MORPHOGENESE ET CARACTERES ARCHITECTURAUX

2.2.1. Stades du cycle morphogénétique

Le safoutier est une espèce à croissance rythmique. Sa croissance se fait en vagues successives au cours desquelles se mettent en place des organes tels que les feuilles, les bourgeons et les entre-noeuds. L'ensemble des organes mis en place au cours d'une vague de croissance constitue ce que Hallé et Martin (1968) Hallé *et al.* (1978) appellent « une unité de croissance ». La mise en place chez le safoutier de ces unités de croissance se fait suivant un cycle comportant 5 stades (Kengue, 1990).

Stade A: Débourrement

Le bourgeon, précédemment en repos végétatif, se gonfle, s'ouvre et laisse apparaître de très jeunes feuilles de couleur rose violet. Ces feuilles sont encore toutes petites, avec les folioles imbriquées les unes aux autres. Ce stade qui dure en moyenne 10 jours se termine lorsque chaque feuille de la nouvelle unité de croissance est individualisée.

Stade B: Allongement des entre-noeuds

Les folioles s'individualisent et commencent à croître rapidement. Parallèlement, on assiste à un allongement des entre-noeuds. Ceux-ci atteindront leur longueur maximale alors que les folioles, bien que ayant sensiblement augmenté de taille et de surface, n'ont pas atteint leurs dimensions maximales. Ce stade dure 8 jours.

Stade C: Croissance foliaire

Les feuilles se développent et atteignent au bout de 10 jours leurs dimensions maximales alors qu'elles restent colorées en rose violet; n'ayant pas encore de tissu de soutien, elles sont pendantes.

Stade D: Maturation foliaire.

EIle se traduit par 2 phénomènes principaux:

- de couleur rose violet à la fin du stade précédent, les folioles prennent progressivement une coloration verte par suite d'une synthèse accrue de pigments assimilateurs.

Les folioles jusque là pendantes se redressent et se mettent dans un plan plus ou moins perpendiculaire aux rayons solaires. Ce stade dure 10 jours.

Stade E : Repos végétatif

Le bourgeon entre dans une phase de repos pendant laquelle aucune activité n'est visible. Ce repos dure environ 21 jours, le tableau 2.1 résume les stades du cycle. Ce repos n'est que apparent car Hallé et Martin (1968) après avoir réalisé des coupes sériées et des dosages d'auxines dans les bourgeons d'*Hévéa brasiliensis* (Euphorbiaceae) en repos végétatif, ont montré que ces bourgeons sont le siège d'une certaine activité mitotique et organogenétique aussi bien au niveau du méristème apical que des méristèmes axillaires. Les schémas de la figure 2.2. illustrent les stades de développement morphogénétique.



Fig. 2.2. Stades du cycle morphogénétique, **A** et **B** débourrement, **C** allongement caulinaire et chute de cataphylles, **D** maturation foliaire.

Tableau 2.1: Stades du Cycle Morphogénétique

Stades de croissance	Durées moyennes (en jours)	Caractères remarquables
A- Débourrement	10	Début : le bourgeon gonfle et s'ouvre Fin : les feuilles s'individualisent alors que les folioles restent imbriquées les unes aux autres
B- allongement caulinaire	8	Allongement rapide des entrenœuds
C- Croissance foliaire	7	Les feuilles atteignent leurs dimensions maximales, mais restent rose- violet et pendantes
D- Maturation foliaire	10	Les feuilles verdissent et se redressent progressivement. Le bourgeon est repos apparent
E- Repos végétatif	21	Le bourgeon reste en repos

2.2.2. Les types foliaires

Dacryodes edulis possède 3 types de feuilles qui se distinguent par leur morphologie et par leur comportement phénologique. Il s'agit des cataphylles, des feuilles abortives et des feuilles assimilatrices (Fig. 2.3.).

2.2.2.1. Les cataphylles

Ce sont des feuilles écailleuses qui mesurent 2 à 3 cm de longueur seulement. Elles sont de couleur rose brun et portent des folioles de petite taille imbriquées les unes aux autres. Elles sont situées au début des unités de croissance. La durée de leur vie est très courte et la chute intervient généralement à la fin du stade A du cycle morphogenétique. Leur nombre dans une unité de croissance varie de 0 à 2, rarement 3.

2.2.2.2. Les feuilles abortives

Les feuilles abortives comportent à leur base 1, 2 ou 3 folioles de petite taille, arrondies, non lancéolées et sans acumen. En dehors de ces folioles de la base, toutes les autres arrêtent leur croissance alors qu'elles sont encore toutes petites (2 cm de long environ), condupliquées de couleur rose brun. Les feuilles abortives sont toujours situées à la fin des unités de croissance. En plus de leur morphologie, elles présentent quelques différences avec les cataphylles:

- Contrairement aux cataphylles qui ont une vie très brève, les feuilles abortives sont persistantes.

- La présence des cataphylles est systématique alors que certains plants ne portent pas de feuilles abortives, et pour ceux qui en portent, toutes les unités de croissance n'en sont pas pourvues.

- Les cataphylles apparaissent dès le jeune âge en pépinière; alors qu'il faut attendre environ 1 an et demi pour voir apparaître dans les unités de croissance les premières feuilles abortives.

2.2.2.3. Les feuilles assimilatrices

Elles sont les plus grandes et les plus visibles de tous les types foliaires. Comme leur nom l'indique, elles assurent le rôle essentiel de synthèse chlorophyllienne, avec leurs nombreuses folioles parfaitement développées.

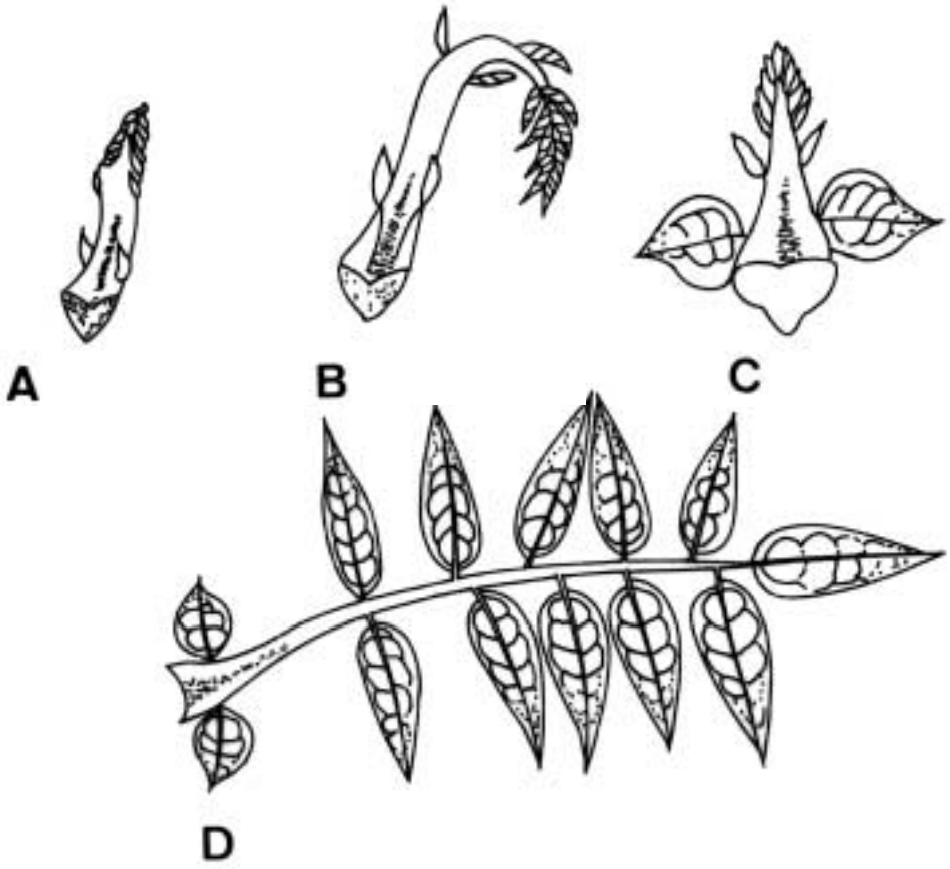


Fig. 2.3. Différents types de feuilles: **A** et **B** cataphylles, **C** feuille abortive, **D** feuille assimilatrice.

2.2.3. Les unités de croissance

On distingue les unités de croissance végétatives (Fig. 2.4.) et les unités de croissance florifères. Le second type se distingue du premier par le simple fait qu'il comporte, en plus des organes végétatifs, des inflorescences. On commence à les observer lorsque la plante a atteint la maturité sexuelle. Dans les lignes qui suivent sont décrites les unités de croissance végétatives et leurs variations suivant l'âge de la plante.

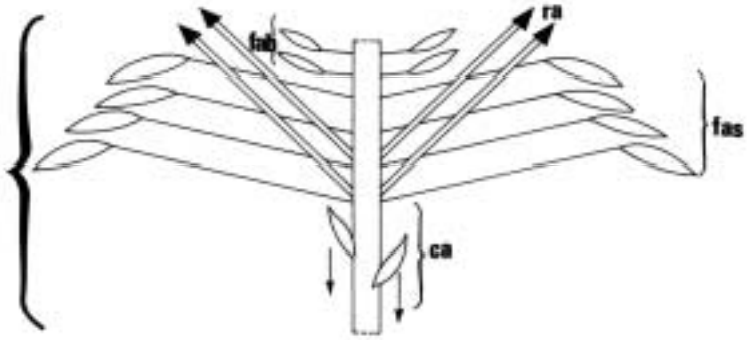


Fig. 2.4. Schéma d'une unité de croissance végétative: **Fab**: feuilles abortives, **ra**: rameaux, **fas**: feuilles assimilatrices, **ca**: cataphylles

La première unité de croissance qui se met en place après la germination est constituée d'un entre-noeud unique. Elle n'a ni cataphylles, ni feuilles abortives. Elle est généralement constituée de deux feuilles assimilatrices à disposition opposée, ou rarement de 3 ou 4 feuilles assimilatrices à phyllotaxie non pas spiralée mais verticillée. Chaque feuille de la première unité de croissance est composée en général de 3 folioles, moins fréquemment 5. Les observations faites sur un échantillon de 200 plants donnent 1a répartition suivante:

- Pour les feuilles:
3 % d'individus ayant 4 feuilles primaires
7 % d'individus ayant 3 feuilles primaires
90 % d'individus ayant 2 feuilles primaires

- Pour les folioles:
74 % d'individus ayant 3 folioles par feuille primaire
26 % d'individus ayant 5 folioles par feuille primaire
Ces caractères se retrouvent chez les plants issus du même arbre-mère. On ne peut donc pas les considérer comme étant des caractères variétaux.

La deuxième unité de croissance comme la première, a un entre noeud unique mais de longueur réduite par rapport à l'entre - noeud de la première unité. Elle porte une seule feuille qui est une feuille assimilatrice.

La troisième unité de croissance est comparable à la deuxième. Mais pour les plants acquérant rapidement de la vigueur, le nombre de folioles peut augmenter de 1 ou 2 unités. Ni les cataphylles, ni les feuilles abortives ne font encore leur apparition.

A partir de la quatrième unité de croissance, le nombre d'entre noeuds, de feuilles et de folioles augmente et les cataphylles apparaissent.

Dans tous les cas, la vigueur du plant peut déterminer une augmentation précoce du nombre des organes des unités de croissance.

Les cataphylles, de nature caduque, tombent précocement à la fin du stade A. Leur chute laisse non seulement une cicatrice visible, mais aussi une portion de tige sans feuille entre les feuilles assimilatrices persistantes des 2 vagues de croissance successives. Cette portion aphylle ainsi que les cicatrices sont une matérialisation du phénomène de croissance rythmique (Kengue, 1996).

L'origine des feuilles abortives du safoutier n'est pas connue. Parisot (1985), à la suite de ses travaux réalisés en chambre climatisée sur des jeunes manguiers, affirme que la feuille abortive résulterait d'une ébauche dont la destinée à l'origine est celle d'une feuille assimilatrice mais dont l'ontogenèse se trouve modifiée à un stade précoce. Cette modification

consisterait en l'amorce anticipée d'un processus de sénescence mis en évidence dans le cas du manguier par l'arrêt de la croissance et par la différenciation d'une zone d'abscission au niveau du pétiole. Les expériences ayant été réalisées dans une chambre climatisée en conditions de milieu non fluctuantes, l'auteur conclut que ce changement dans la séquence de différenciation est induite par un stimulus d'origine interne à la plante.

2.2.4. Ramification

Elle intervient à des âges et à des tailles variées suivant les accessions et suivant les individus, dans certains cas en effet, la ramification est précoce, 1 an environ après la plantation et lorsque les plants ont à peu près 1m de hauteur. Chez d'autres par contre, il faut attendre 2 ans voire plus, alors que les plants mesurent 2 à 3m de hauteur pour que les premiers rameaux apparaissent. Cette ramification tardive constitue un inconvénient pour l'entrée en production et pour l'accès aux futurs fruits pour la récolte.

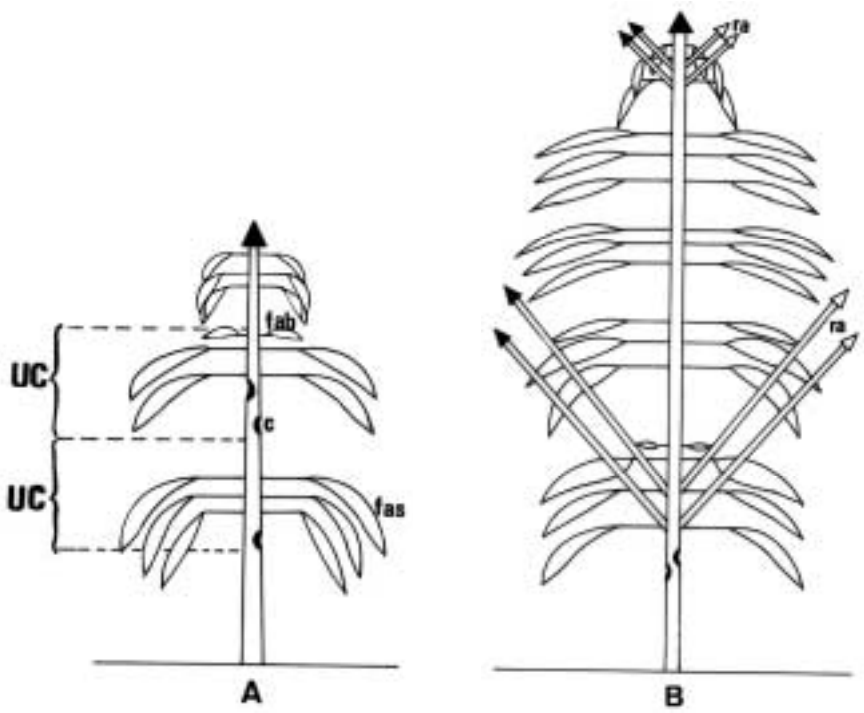


Fig. 2.5. Croissance et ramification, **A**: a) croissance rythmique, fas) feuilles assimilatrices, c) cicatrice laissée par la chute de la cataphylle, fab) feuille abortive, uc) unité de croissance **B**: ramification rythmique.

Sur le plan architectural, la ramification du safoutier est de type rythmique comme la croissance, et les rameaux sont sylleptiques (Fig. 2.5.). Lorsque le plant atteint sa maturité de ramification, certaines unités de croissance, en

même temps qu'elles se mettent en place, émettent des rameaux aux aisselles de toutes jeunes feuilles. Puisque la mise en place des rameaux est concomitante à celle de l'unité de croissance qui produit les bourgeons axillaires, ces bourgeons ne marquent aucune période de repos entre leur mise en place et leur développement en rameaux: c'est le phénomène de syllepsie (Hallé *et al.* 1978, Edelin, 1984). Les prochains rameaux se mettront en place suivant le même mécanisme et ceci après quelques vagues de croissance sans ramification. Les rameaux ainsi formés adoptent un rythme de croissance synchrone entre eux et avec le bourgeon principal qui leur a donné naissance: tous les rameaux débourrent au même moment.

Les rameaux du premier ordre ainsi mis en place vont se ramifier à leur tour après 3 ou 4 vagues de croissance sans ramification, et ainsi de suite jusqu'à l'ordre 6. Tous les rameaux du premier au sixième ordre ont une direction de croissance orthotrope même s'ils semblent obliques à la base. Le nombre de rameaux par verticille diminue au fur et à mesure que l'on monte dans l'ordre de ramification. Ainsi, à l'ordre 6, la quasi totalité des verticilles n'ont plus qu'un seul rameau: C'est un phénomène lié à la vigueur végétative.

D'après Champagnat *et al.* (1971), Crabbe (1976, 1980, 1986), les modes de ramification des plantes ligneuses qu'elles soient d'une architecture monopodiale ou sympodiale, sont principalement dus au gradient de préséance le long de la tige, gradient qui est lui même déterminé par l'état de dormance des bourgeons. A ce gradient, il faut ajouter des facteurs tels que les compétitions entre les pousses, la vigueur de l'axe, et le gravimorphisme, ce dernier facteur étant le changement d'orientation d'un axe soit sous l'effet de la pesanteur, soit par la main de l'homme.

Dans le cas du safoutier et pour les ramifications situées dans la séquence de différenciation normale (ramification sylleptique) cette préséance semble être l'apanage des bourgeons axillés par les feuilles assimilatrices localisées à la partie médiane de l'unité de croissance en cours de formation.

2.2.5. Le phénomène d'erratisme

Scarrone (1969) dans ses études sur le rythme de croissance du manguier définit l'erratisme comme étant l'existence très courante sur les arbres en Afrique Tropicale, de croissances rythmiques réparties au cours de l'année, selon les rameaux, les individus d'une même espèce ou de différentes espèces.

Pour le safoutier, il est fréquent de constater que dans la couronne du même arbre, les rameaux dans une zone bien délimitée, ont un comportement phénologique totalement différent de l'autre zone. On peut ainsi distinguer un territoire en pleine croissance végétative alors que l'autre est

complètement en repos. Dans certains cas, une partie de la couronne est en fleur ou en fruit alors que le reste est soit en repos, soit en croissance végétative.

Ce phénomène s'observe également et de façon plus marquée à l'échelon d'un verger. Il y a sans cesse des bourgeons au repos alors que d'autres débourrent ou sont en pleine croissance.

D'après Scorrone, l'avance prise par certains rameaux, certaines branches ou certains individus (dans le cas d'un verger) n'est que provisoire et sera rattrapée lors de la prochaine poussée végétative. Pour le manguier, il n'y a pas de lacune dans la frondaison et il n'y a pas non plus de hiérarchie durable entre les rameaux.

Chez certains safoutiers, ces territoires sont bien délimités et fonctionnent chacun comme un individu à part, du moins en ce qui concerne le comportement phénologique.

2.3. LE SYSTEME RACINAIRE

Dans les premiers stades de leur développement, l'observation peut être faite sur les jeunes plants dessouchés. Pour les plants plus âgés, l'observation est possible après que l'on ait dégagé minutieusement le substrat sur la moitié de la rhizosphère.

Le profil racinaire se présente ainsi (Fig. 2.6.):

2.3.1. Plants âgés de 5 à 8 mois

00-09 cm, étage racinaire 1: nombreuses racines fines à chevelu horizontal peu dense, (75 %). Certaines d'entre elles atteignent 25 cm de longueur. Diamètre de la racine pivotante 1.5 cm.
09-20 cm, étage racinaire 2: quelques racines fines (10 %), horizontales presque sans chevelu; diamètre moyen 8 mm, racine pivotante tourmentée (sinueuse).
20-32 cm, étage racinaire B: racine pivotante seule, verticale, très peu de racines horizontales fines. La racine pivotante à ce niveau est légèrement tourmentée; diamètre moyen, 5 mm.
32-52 cm, étage racinaire 3: quelques racines fines et moyennes (5 %), presque sans chevelu. Racine pivotante verticale mais tourmentée; diamètre moyen, 3 mm.
52-66 cm, étage racinaire B, racine pivotante en croissant de lune tordue au sommet de l'horizon B à cause de la différence de densité entre la sciure (meuble) et l'horizon B (compact). Diamètre moyen, 1 mm.

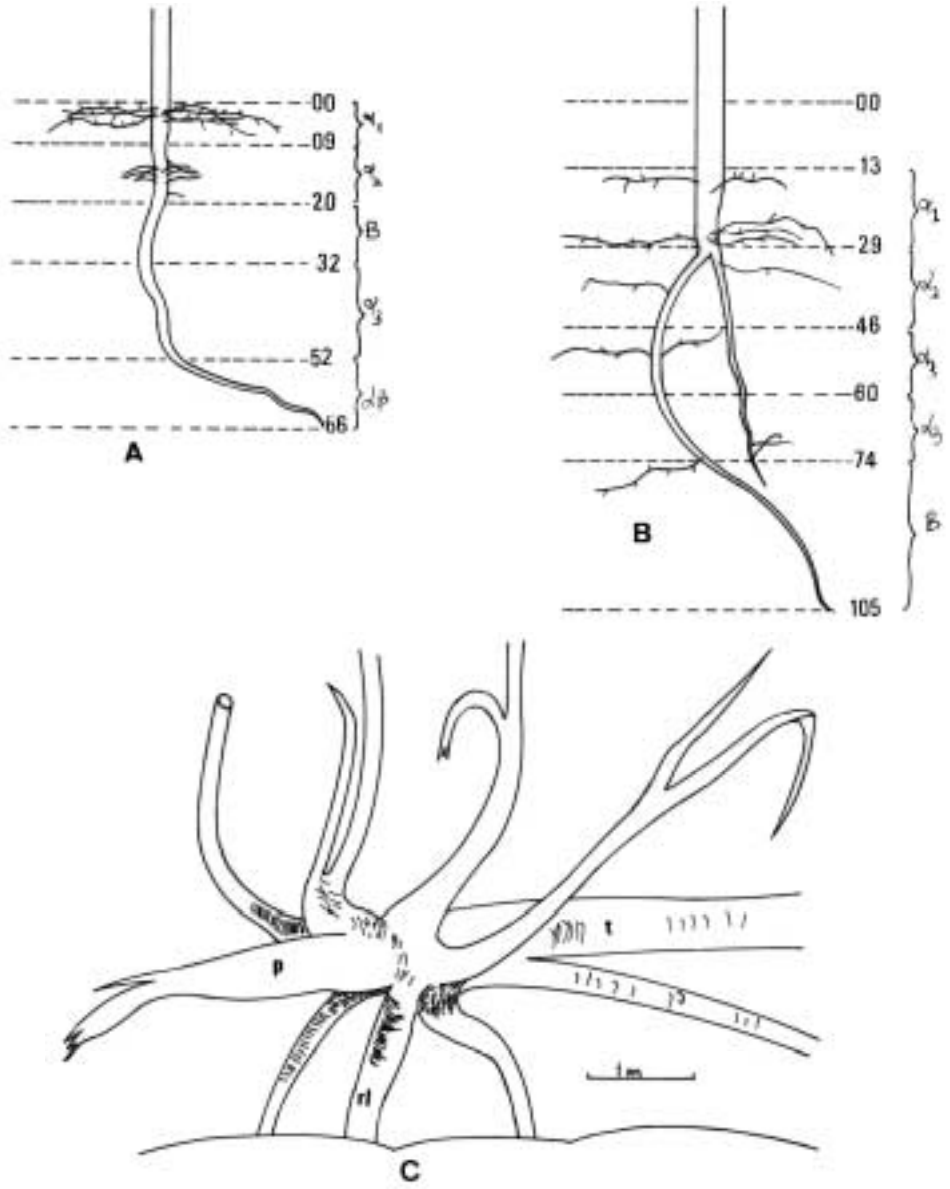


Fig. 2.6. Morphologie et architecture du système racinaire: **A** jeune plant de 5 à 8 mois, **B** plant de 2 ans et plus, **C** arbre adulte: p) pivot, rl), racine latérale, t) tronc.

2.3.2. Plants âgés de 2 ans et plus

La figure 2.6. b donne le profil racinaire:
00-13 cm: tige enterrée. Diamètre 45 mm, pas de racines.
13-29 cm, horizon racinaire 1: quelques racines horizontales moyennes à grosses, un peu tourmentées, blanches. Diamètre de racine pivotante: 32 mm.

29-60 cm, étage racinaire 2: point de bifurcation de la racine pivotante, juste à la base du substrat de germination.

Deux raisons possibles:
- Soit du fait que le pivot initial, en contact avec la paroi du sachet a vu ralentir sa croissance.
- Soit du fait qu'il a été lésé lors de la mise en place.
Diamètre du pivot 1; 15 mm, diamètre du pivot 2; 11 mm. Quelques racines horizontales fines et moyennes avec un peu de chevelu.
60-74, étage racinaire 3: Diamètre P1: 12 mm, diamètre P2: 7 mm. Rares racines horizontales fines et moyennes, très peu de chevelu, peu tourmentées.
74-105, étage racinaire B: Diamètre P1 10 mm en haut, 2 mm en bas. P2 légèrement oblique à 90 cm, presque horizontal à la base.

La figure 2.6. c représente la morphologie et l'architecture racinaire typique d'un safoutier en pleine production: 1 pivot central autour duquel se trouvent plusieurs racines pivotantes pouvant largement dépasser l'aplomb de la couronne, prédominantes dans les horizons supérieurs.

2.4. ORGANES REPRODUCTEURS

2.4.1. Inflorescences

Espèces dioïques à pieds homogames femelles et à pieds hétérogames mâles et hermaphrodites, le safoutier possède des inflorescences dont la taille et la complexité architecturale varient en fonction du sexe. Elle prennent naissance à l'aisselle des 8 à 15 feuilles les plus proches du bourgeon terminal du rameau florifère.

Inflorescences mâles et hermaphrodites de formes pyramidales pouvant atteindre 40 cm de long, de couleur jaune prononcé en grappes simples ou doubles de cimes bipares. Elles sont parfois ramifiées jusqu'à l'ordre 4, et ces ramifications sont situées à la base de la panicule. Les parties médianes et sommitales de l'inflorescence présentent une structure simplifiée, avec des groupements de fleurs directement insérés sur l'axe de l'inflorescence. Les fleurs mâles et hermaphrodites n'occupent aucune position préférentielle dans l'inflorescence. La proportion de chaque type varie largement d'un arbre à l'autre, d'une année à l'autre et peut aller de 5 à 95 % dans l'un et l'autre cas. A 95 % de fleurs mâles, l'arbre fleurit beaucoup et régulièrement (tous les ans) mais ne produit presque pas de fruit. A 95 % de fleurs hermaphrodites l'arbre est aussi (ou presque) productif qu'un arbre femelle. Entre ces 2 situations extrêmes existent d'autres cas de figure.

Inflorescences femelles de taille réduite, environ 5 à 20 cm de long. Cette petite taille explique le caractère généralement discret de la floraison des

arbres femelles. Elles sont rarement ramifiées et les groupements ont un nombre de fleurs réduit à 3 et sont directement rattachés à l'axe de l'inflorescence. Les fleurs tombées précocement laissent une cicatrice visible qui montre que cette structure simplifiée s'installe secondairement à la suite de la chute précoce de certaines fleurs en l'occurrence celles en position latérale par rapport au triplet restant. Couleur brun sombre.

2.4.2. Mode de groupement des fleurs.

Suivant le sexe, les fleurs se présentent par petits groupes de 7 (arbres mâles) ou de 3 (arbres femelles) qui peuvent être considérés comme unité architecturale de l'inflorescence (Fig. 2.7.).

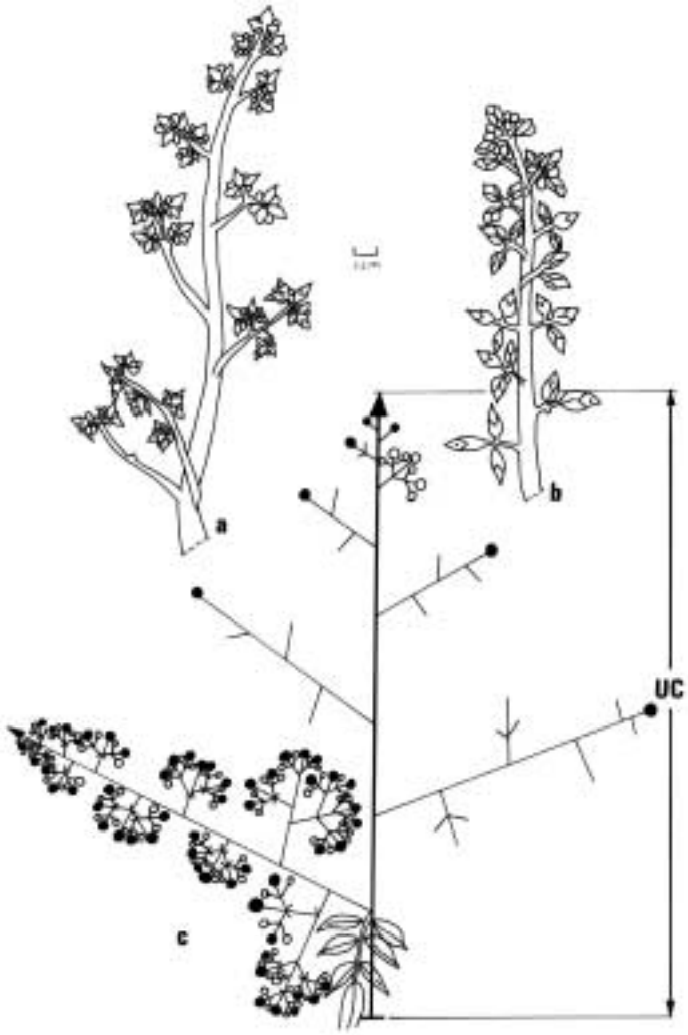


Fig. 2.7. Morphologie des inflorescences, **a** inflorescence mâle, **b** inflorescence femelle, **c** rameau florifère et architecture d'une inflorescence basale.

Dans les unités les plus complexes on peut distinguer 2 triplets latéraux et une fleur sommitale. Chaque triplet est formé à son tour de 2 fleurs latérales et une fleur sommitale. Que ce soit chez les arbres andromonoïques ou chez les arbres femelles, toute architecture qui diffère de celle-ci résulte d'une simplification par avortement des fleurs latérales des triplets. L'anthèse se déroule suivant un gradient qui est basifuge au niveau de l'inflorescence et des ramifications, basipète au niveau d'un groupement de fleurs. Les fleurs latérales des triplets, prédisposées à la chute prématurée arrivent rarement à l'anthèse. Sur les inflorescences femelles, ce phénomène est à la fois systématique et précoce.

L'observation des fruits issus de pollinisation manuelle ou de pollinisation naturelle montre que la fleur sommitale de l'unité présente une probabilité de nouaison plus élevée que les fleurs sommitales de triplets latéraux, et que les fruits formés sur les fleurs sommitales de triplets ont de grandes chances de tomber prématurément.

2.4.3. Morphologie des fleurs

L'espèce comporte 3 types de fleurs: les fleurs mâles, les fleurs femelles et les fleurs hermaphrodites. Elles sont généralement trimères mais quelques cas de fleurs tétramères existent, surtout chez les fleurs femelles. Le pédicelle est court, 2 à 5 mm, couvert de poils étoilés. La taille varie suivant le sexe de 3-8 mm de long sur 3-4mm de diamètre, les fleurs mâles étant les plus petites, les fleurs hermaphrodites de taille moyenne et les fleurs femelles de plus grande taille. Dans tous les cas, elles sont formées, en ce qui concerne les pièces du périanthe, de 3 à 4 sépales libres de 2-4 mm de long sur 2-3 mm de diamètre, tomenteuses extérieurement, glabres intérieurement, de forme ovale et concave. La corolle est composée de 2 à 4 pétales libres, de taille un peu plus grande que les sépales, extérieurement tomenteux stellés, glabres intérieurement, à sommet obtus et infléchis vers l'intérieur. L'androcée est composé de 6 étamines d'environ 3 mm de long, à filets charnus élargis à la base, fixés sur le bord extérieur du disque. Les anthères sont basifixes, formées de loges polliniques à déhiscence longitudinale, chacune d'elles renfermant plusieurs milliers de grains de pollen agglutinés les uns aux autres. Dans les fleurs hermaphrodites elles se retrouvent à la même hauteur que le stigmate, ce qui facilite le contact entre les grains de pollen et ce dernier. Chez les fleurs femelles, les anthères atrophiées sont réduites aux staminodes. Les coupes réalisées sur les staminodes ont confirmé qu'elles sont effectivement vides de pollen.

Le disque périovarien est formé de 6 lobes charnus, glabres. Il est creusé au milieu d'une loge où se trouve enfoui l'ovaire, qui est rudimentaire chez les fleurs mâles.

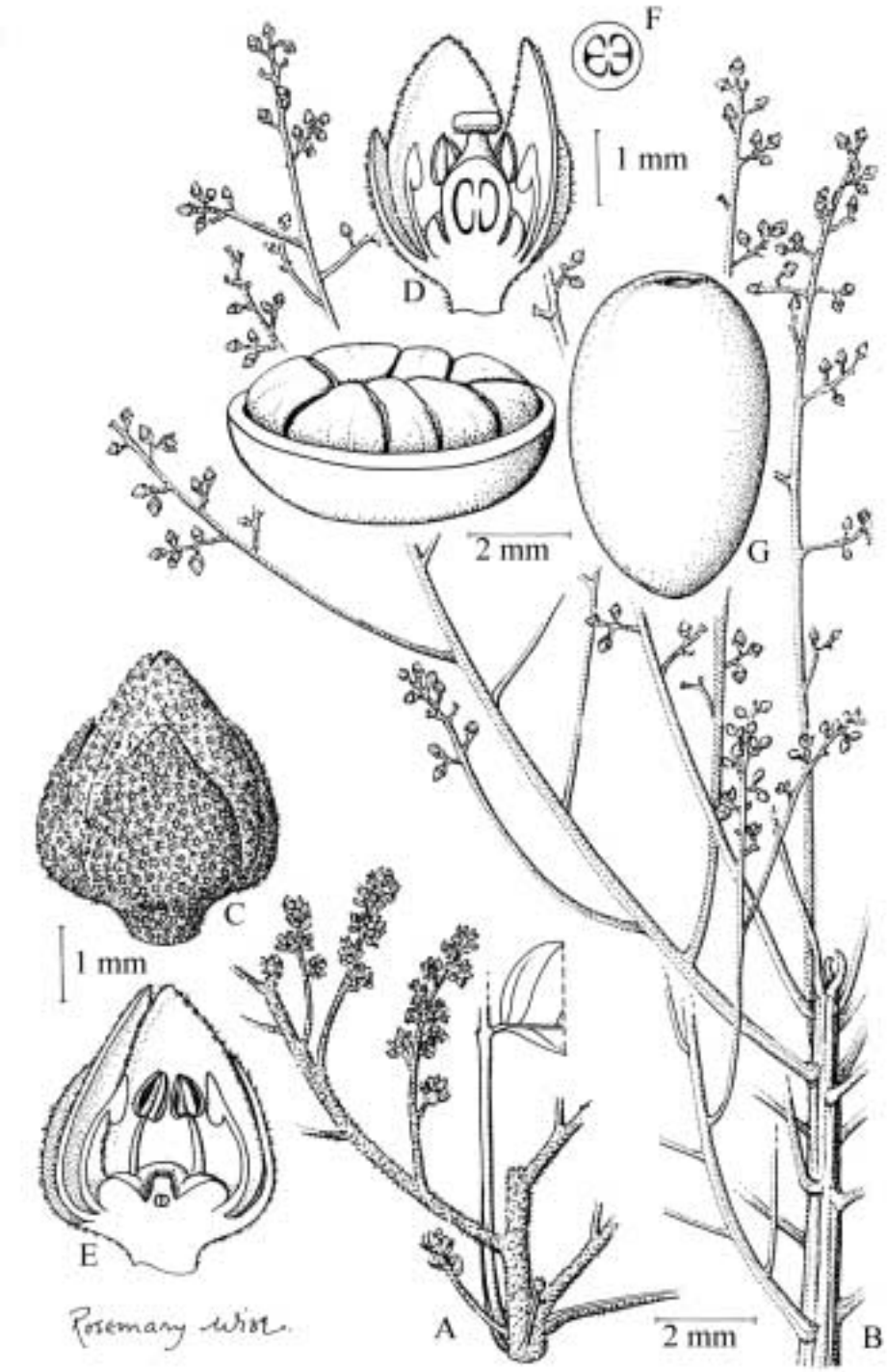


Fig. 2.8. Morphologie des organes reproducteurs, **A** inflorescences femelles, **B** inflorescences mâles, **C** morphologie externe d'une fleur, **D** coupe longitudinale d'une fleur femelle, **E** coupe longitudinale d'une fleur mâle, **F** coupe transversale de l'ovaire, **G** morphologie externe d'un fruit, **H** coupe longitudinale d'un fruit montrant la face dorsale de la graine et les lobes cotylédonnaires.

Chez les fleurs femelles, l'ovaire de forme légèrement oblongue, est formé d'une paroi épaisse qui est le mésocarpe du futur fruit. Cette paroi délimite une cavité elle-même divisée par un placenta médian en deux loges carpellaires renfermant chacune 2 ovules orthotropes à placentation axile. La paroi interne de l'ovaire est délimitée par une couche unicellulaire qui représente l'endocarpe mince du futur fruit. Stigmate bilobé subsessile. Préfloraison valvaire.

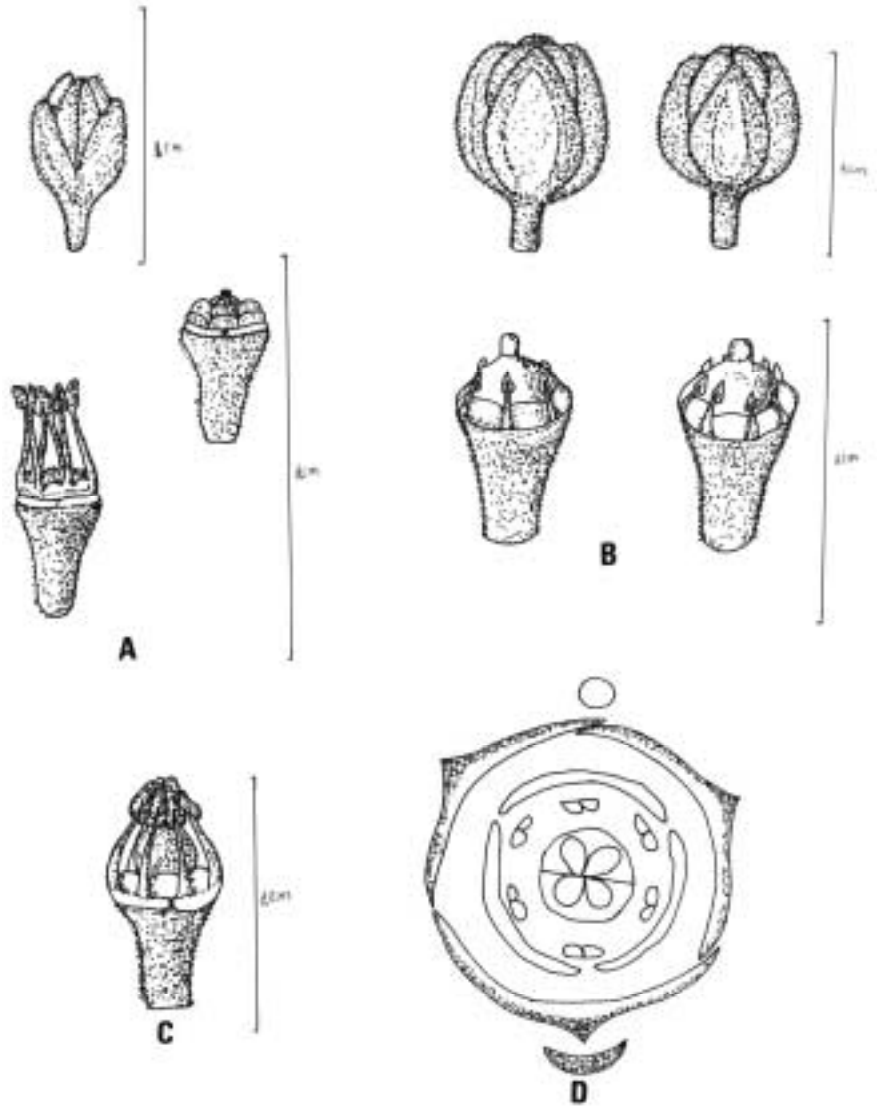


Fig. 2.9. **A**: Fleurs mâles, 1) morphologie externe, 2) androcée, 3) ovaire rudimentaire **B**: Fleurs femelles, 1) fleur femelle trimère, 2) fleur femelle tétramère, 3 et 4) ovaire et staminodes **C**: Fleur hermaphrodite avec ovaire et étamines **D**: Diagramme floral général. Formule florale : 3s +3p + 6e + 2c.

2.4.4. Fruits et graines

Les safous sont des drupes monospermes. Mais on rencontre parfois des fruits contenant deux noyaux. Dans ce cas, les deux noyaux ont chacun sa face centrale tournée vers l'autre. Cette disposition montre qu'ils sont toujours issus d'ovules contenus dans 2 loges carpellaires différentes. On peut penser qu'après la pollinisation il existe une compétition entre les ovules de la même loge d'une part, et d'autre part entre les ovules fécondés de différentes loges carpellaires.

Les fruits se caractérisent par une extrême diversité de formes, de dimensions, de couleurs et de goût.

Les dimensions varient entre 3 et 18 cm de diamètre. La forme peut être oblongue, conique, ovale, globuleuse, avec des sillons longitudinaux ou des épaulements. La figure 2.10 représente quelques formes de fruits les plus couramment rencontrées.

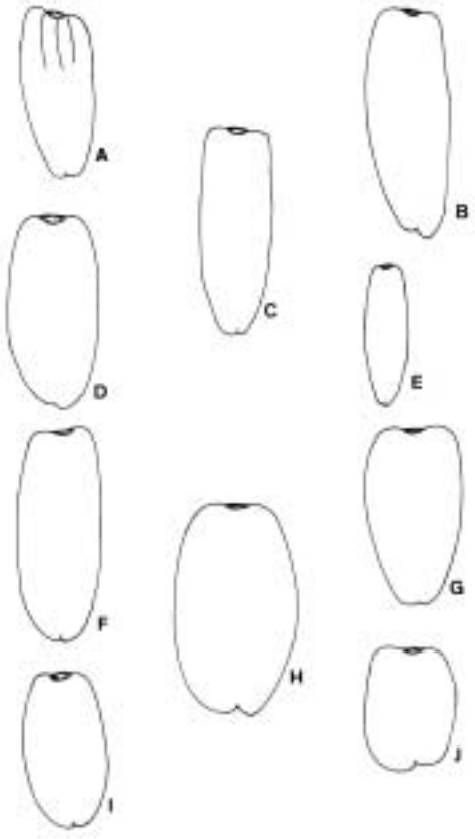


Fig. 2.10. Morphologie des fruits. **A** fruits allongés avec épaulement et sillons longitudinaux vers la zone apicale, **B** épaulement au niveau du point d'insertion du stigmate, **E** fruits de petite taille comparable au *Canarium schweinfurthii*, **G** forme conique, **H** er **I** formes ovale, **J** forme globuleuse.

La couleur de l'épicarpe peut être bleue, bleu violacé, verdâtre, bleu panaché de rose ou de blanchâtre. Le mésocarpe, pulpe comestible du fruit, peut être rose, blanchâtre, verdâtre ou jaunâtre.

La graine, de couleur beige ou vert clair est formée de deux cotylédons divisés chacun en 5 lobes dont un lobe central et 2 lobes latéraux digités 2 à 2 de part et d'autre. La forme varie comme celle des fruits, mais elle a toujours une face aplatie du côté où se trouvent les pétioles cotylédonnaires. A maturité, la graine, présente déjà une radicule longue d'environ 2 cm. Il n'y a aucune relation de proportionalité entre la taille ou le poids du fruit et la taille ou le poids de la graine. En d'autres termes, un fruit de grande taille peut renfermer une graine de très petite taille.

2.5. BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

2.5.1. Dioécie et répartition des sexes

Les travaux de Hutchinson (1936), Aubreville (1962), Bourdeaut (1971) et Kengue (1990) montrent tous que le safoutier est une espèce gynodioïque avec 3 types de fleurs réparties sur 2 types d'arbres:

- des arbres femelles portant exclusivement des fleurs femelles, sexe constant au fil des ans et durant toute la vie de la plante.
- des arbres portant à la fois des fleurs mâles et des fleurs hermaphrodites dans des proportions variables d'un individu à un autre et d'une année à l'autre.

Les arbres femelles assurent l'essentiel de la production. Les arbres ayant une forte proportion de fleurs hermaphrodites ont aussi une production satisfaisante. Ceux ayant une forte proportion de fleurs mâles ont une production très aléatoire et leur rôle se limite à la production du pollen nécessaire aux arbres femelles pour leur fructification.

Dans les populations actuelles presque toutes issues de semis, les proportions sont en général de l'ordre de 50 % de pieds femelles pour 50 % de pieds mâles et hermaphrodites. Mais dans certains cas, on observe une prédominance de pieds mâles et hermaphrodites peu productifs (Kengue 1990). Dans la suite nous allons voir comment fonctionne la dioécie, les mécanismes de transfert de pollen, de fécondation et de fructification.

2.5.2. Périodes d'anthèse et d'émission pollinique

Les travaux de Kengue (1990) réalisés dans la zone de savanes péri-forestières du Mbam (Cameroun) donnent les informations ci-après sur les périodes d'anthèse et d'émission pollinique suivant différents types d'arbres:

- Arbres portant les fleurs mâles et les fleurs hermaphrodites

L'anthèse commence vers 4 heures mais 1 % seulement de fleurs arrivent à l'anthèse entre 4 heures et 5 heures. A partir de 6 heures, le taux de fleurs ouvertes augmente progressivement et atteint un maximum de 53.4 % entre 8 heures et 9 heures. Entre 10 heures et 11 heures, ce taux est de 17 % et passe à 4 % entre 12 heures et 13 heures. A partir de 14 heures, il n'y a pratiquement plus d'anthèse.

- Arbres femelles

A la différence des fleurs mâles et des fleurs hermaphrodites, un bon pourcentage (17 %) arrivent à l'anthèse entre 4 heures et 5 heures. Entre 6 heures et 7 heures, 32.6 % de fleurs s'ouvrent. 34.4 % arrivent à l'anthèse entre 8 heures et 9 heures: c'est la période d'ouverture maximale. Ce taux va décroître jusqu'à 12.6 % entre 10 heures et 11 heures, 8.7 % entre 12 heures et 13 heures, période à partir de laquelle, plus aucune ouverture de fleur n'est enregistrée.

Il apparaît que les fleurs femelles amorcent l'anthèse un peu plus tôt que les fleurs mâles et les fleurs hermaphrodites. Chez ces dernières, la déhiscence des anthères et l'émission pollinique interviennent peu après l'anthèse. Les visites d'insectes sont intenses et la récolte du pollen est rapide. Une à deux heures de temps après l'anthèse, chaque fleur est totalement débarrassée de son pollen.

Il est fort probable, que les facteurs climatiques tels que la température et la nébulosité interviennent dans les phénomènes mécaniques de l'ouverture des fleurs et de la déhiscence des anthères, mais leur influence ne devrait pas modifier de façon significative les périodes d'anthèse.

2.5.3. Période de formation du sac embryonnaire

Les coupes sériées réalisées sur des ovaires prélevés 2 jours avant l'anthèse, montrent des ovules à sacs embryonnaires non encore différenciés. La cellule-mère du sac embryonnaire est par contre présente et bien visible dans le nucelle.

Les coupes réalisées sur les ovaires prélevés le jour même de l'anthèse, mettent en évidence des sacs embryonnaires parfaitement différenciés.

Les taux de nouaison de plus de 90 % obtenus sur les essais de pollinisation manuelle sur des fleurs juste après l'anthèse, témoignent de l'existence et de la maturité de ces sacs le jour de l'anthèse. On peut ainsi penser que les dernières étapes qui conduisent à la formation du sac embryonnaire se déroulent dans les 24 heures qui précèdent l'anthèse.

La présence dans le même ovaire d'ovules à sacs embryonnaires différenciés et d'ovules à sacs embryonnaires à peine ébauchés, montre que la différenciation des sacs n'est pas synchrone pour la même fleur.

Après la fécondation, le zygote issu de la fécondation de l'oosphère formera l'embryon, alors que la fécondation des deux noyaux secondaires est à l'origine de l'albumen.

Sur les ovaires prélevés 8 jours après l'anthèse, on observe dans le sac embryonnaire une trame coenocétique sur laquelle sont reliés les noyaux de l'albumen. Par contre, l'embryon à ce stade n'a pas pu être mis en évidence. Ceci serait dû au fait que le jeune zygote est généralement une structure fragile, difficile à conserver lors de la fixation. Par ailleurs, il n'est pas rare que la division du noyau à l'origine de l'albumen soit beaucoup plus rapide que celle du zygote qui reste en latence pendant une période souvent longue ainsi que le confirment les travaux de Schwendiman *et al*. (1982), sur le palmier à huile.

2.5.4. Période de réceptivité des stigmates

En dehors des cas exceptionnels de fructification parthénocarpique il est bien connu que, pour que l'ovaire se développe en fruit, les gamètes mâles doivent atteindre le sac embryonnaire par l'intermédiaire d'un tube pollinique. Pour germer convenablement, le grain de pollen doit être reçu par un stigmate qui lui offre des conditions favorables à cette germination. La période pendant laquelle le stigmate offre ces meilleures conditions de germination peut varier selon les espèces de quelques heures à plusieurs jours.

Les études menées sur *Dacryodes edulis* montrent que 48 heures avant l'anthèse, 9 % de stigmates sont réceptifs. 24 heures avant l'anthèse, le taux de nouaison est de 21 %. 1 à 2 heures après l'anthèse, 90 % de nouaison: C'est la période de réceptivité maximale des stigmates. Par la suite, le taux va décroître brusquement pour atteindre 41.5 % après 24 heures, 11.5 % après 48 heures. 72 heures après l'anthèse, le taux de nouaison est nul. Cette baisse de réceptivité s'accompagne de modifications morphologiques perceptibles au niveau du stigmate: De couleur vert clair à l'anthèse il devient sec, de couleur noire et manifestement inapte à agglutiner du pollen.

2.6. ECOLOGIE FLORALE

Il se passe au moins 15 jours entre l'apparition du bouton d'inflorescence et son épanouissement effectif. Dans l'inflorescence épanouie, les unités architecturales de l'inflorescence constituées chacune de 2 triplets latéraux et d'une fleur sommitale sont encore regroupées sous forme d'un bouton floral. Il faudrait 15 à 25 jours suivant les cas, pour que les fleurs s'individualisent

et passent du stade de bouton floral à celui de fleurs epanouies ouverte en passant par d'autres stades intermédiaires (Kengue, 1990). Le transfert du pollen des fleurs mâles vers les fleurs femelles fait intervenir un certain nombre de facteurs. Parmi ces facteurs, les plus importants sont des insectes pollinisateurs, les nectaires, et les osmophores.

2.6.1. Les osmophores

On désigne sous ce nom les dispositifs dont sont dotées les fleurs de certaines espèces. Ces dispositifs émettent un parfum qui attire les insectes pollinisateurs.

Chez le safoutier, une inflorescence dans laquelle toutes les fleurs sont encore au stade de bouton est pratiquement inodore. Lorsqu'arrive la période d'anthèse, les inflorescences émettent un parfum tenace. Il est établi que les insectes qui visitent les fleurs du safoutier cherchent du nectar. Mais leur attraction est le fait de ce parfum. L'émission du parfum concerne aussi bien les fleurs mâles et les fleurs hermaphrodites que les fleurs femelles. Il est émis avec une intensité maximale au moment où la grande majorité des fleurs arrivent au stade d'anthèse. On ne sait pas encore si ce parfum est sécrété au niveau des pièces du périanthe, du disque péri ovarien ou du réceptacle floral. On ne connaît pas non plus la nature de cette substance volatile.

2.6.2. Les nectaires

Au stade d'anthèse, les fleurs de safoutier ont un liquide sucré. Ce liquide se trouve dans l'espace entre l'ovaire et le disque périovarien et sur le stigmate: c'est le nectar. L'observation de l'activité des insectes sur les fleurs montre que ce nectar est l'élément recherché par les insectes. Le transport de pollen se fait vraisemblablement de manière passive par les pattes duveteuses et l'abdomen des insectes pollinisateurs.

Les coupes sériées réalisées au niveau du disque périovarien et du réceptacle floral montrent:

- que le disque ne possède pas les caractères histologiques d'un tissu sécréteur, ses cellules étant plutôt de nature parenchymateuse.
- que le réceptacle, à proximité du disque montre une nette différenciation en canaux entourés de cellules sécrétrices au voisinage desquelles on peut observer des faisceaux de xylème et de nombreuses vésicules renfermant des produits de sécrétion (Photo 1, p. 59).

L'aspect parenchymateux des tissus du disque ne permet cependant pas d'écarter de façon absolue l'hypothèse de la sécrétion. D'après Fahn (1982), un parenchyme apparemment banal peut jouer un rôle de sécrétion. Chez

l'Okoumé, (*Aucoumea klainea*), espèce de la même famille que le safoutier, Grison (1978) attribue au disque périovarien le rôle de «nectaire nuptial».

2.6.3. La faune entomologique

Le transport du pollen des fleurs hermaphrodites vers les fleurs femelles est assuré par des insectes. L'inventaire de la faune entomologique ici tient compte non pas des insectes qui visitent la plante, mais de ceux dont l'observation directe montre une activité dans le transfert du pollen. Cet inventaire montre que la grande majorité des insectes pollinisateurs sont des hyménoptères:

- *Apis mellifera* (l'abeille) famille des Apidea, sous- ordre des Apocrites.
- *Evinia* aff. *Appendigater* famille des Evanideae, sous- ordre des Apocrites.
- Hymenoptères indéterminés appartenant au sous-ordre des symphites et quelques représentants de la famille des lépidoptères:
- *Euchromia sp*. familles des Syntomideae.
- Lepidoptère sp.

On note des fluctuations journalières importantes du type et du nombre d'insectes intervenant dans la pollinisation.

Dans les premières heures de la journée, le nombre total d'insectes est peu élevé mais les abeilles représentent 90 % environ. Les 10 % restant sont représentés par les *Evania*. Entre 8 heures et 10 heures, le nombre d'insectes augmente. Vers 10 heures ce nombre a plus que doublé. En même temps apparaît une nouvelle catégorie de pollinisateurs: les hyménoptères du sous-ordre des symphites. Les abeilles occupent toujours et de loin la première place. A partir de 10 heures les populations d'insectes n'augmentent plus que légèrement pour atteindre un maximum entre 13 et 14 heures, heures les plus chaudes de la journée. Pendant cette période, on note une activité et une représentation plus importante des symphites. A partir de 15 heures, le nombre et l'activité des insectes baissent considérablement mais *Apis mellifera* et *Evinia* sp. resteront actifs bien qu'en nombre peu élevé et ce jusqu'à 18 heures.

En général, les abeilles sont représentées en forte proportion pendant toute la journée. En plus de cette forte proportion, elles se déplacent fréquemment d'une fleur ou d'un arbre à l'autre et jouent visiblement un rôle très important dans le transport du pollen.

Giacomo (1982), à la suite d'une étude sur la pollinisation du safoutier au Gabon évalue à 98 % la part active prise par *Apis mellifera* dans la pollinisation de cette espèce.

2.7. FRUCTIFICATION

2.7.1. Floraison

La floraison est naturellement la première étape du processus de fructification. Elle intervient généralement après deux mois de saison sèche, au moment où les arbres évoluent dans des conditions de stress hydrique. Contrairement à d'autres espèces pérennes telles que le caféier, les agrumes chez lesquelles la floraison est déclenchée par un apport d'eau après un stress hydrique, le safoutier fleurit dès que le seuil de stress hydrique est atteint, sans attendre le retour des pluies ou l'apport d'eau par arrosage.

Ainsi, au Cameroun la floraison débute généralement vers fin décembre dans la région climatique du Littoral - Sud-Ouest, à pluviométrie monomodale, vers fin janvier dans la région du Centre-Sud à pluviométrie bimodale, et un peu plus tard vers fin février dans la région des Hauts Plateaux de l'Ouest. Les deux floraisons observées par an exclusivement dans la région de climat bimodale, confirment le rôle que joue le stress hydrique dans la mise à fleur du safoutier.

2.7.2. Croissance du fruit

Au terme de la floraison, les fleurs disparaissent progressivement et cèdent la place aux jeunes fruits. Dès la nouaison, la croissance du fruit est très rapide. Le tableau ci-dessous donne les mesures moyennes de croissance hebdomadaire de 30 fruits (Kengue, 1990).

Tableau 2.2: mesure de la croissance du fruit (Kengue, 1990)

Temps (sem)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
L (mm)	5	12	33	33	36	44	53	53	54	54
D (mm)		3	9	25	27	26	26	27	28	28

Le fruit atteint sa taille maximale au bout de 7 semaines, alors qu'il faut attendre 2 mois environ pour voir apparaître les premiers signes de maturation pour les individus les plus précoces.

Cette phase de croissance est une période critique pendant laquelle se joue le destin du jeune fruit. Elle coïncide en effet avec la chute massive des jeunes fruits dont l'analyse simple ne révèle aucune raison évidente. Ceux qui atteignent la phase de maturation ont une forte probabilité de poursuivre jusqu'à la maturité complète. Les compétitions pour l'eau et les éléments nutritifs pourraient expliquer la sélection qui s'opère au niveau de l'arbre entre les fruits qui tombent et ceux qui restent (Wilt physiologique).

Un nombre non négligeable de ces fruits tombent pour des raisons pathologiques; ce sujet sera abordé dans un autre chapitre.

2.7.3. Maturation du fruit

A la période de croissance pondérale décrite ci-dessus, succède une période de maturation dominée par des phénomènes de remaniement des constituants et de synthèse d'autres éléments constitutifs. Les glucides prédominants au début de la maturation, cèdent progressivement la place aux lipides. Ces phénomènes s'accompagnent extérieurement par des changements de couleur: les fruits immatures, de couleur rose, blanchissent d'abord progressivement avant de prendre ensuite la couleur caractéristique du fruit mûr.

En général la couleur qui caractérise le fruit mûr se met en place progressivement. Le pourcentage de la surface colorée peut être utilisé pour mesurer le degré de maturité du safou. Chez certains cultivars, même à maturité, les fruits ne sont que partiellement colorés ou alors tout simplement tachetés.

2.7.3. Croissance de la graine

2.7.3.1. Observations anatomiques

Le jeune fruit est sectionné à l'aide d'un scalpel à différents stades de son développement et la graine est observée.

- 8 jours après la pollinisation, on observe, parmi les quatre ovules que renferme l'ovaire, un qui se démarque et devient plus gros que les autres: c'est l'ovule fécondé qui deviendra la futur graine. Concomitamment, la loge carpellaire qui le contient augmente de volume au détriment de l'autre.
- après 30 jours la future graine mesure 5 à 8 mm de diamètre. Elle est constituée d'un tégument épais enveloppant une substance amorphe de consistance visqueuse: C'est l'albumen liquide.
- après 40 jours, la taille a sensiblement augmenté mais le contenu reste indifférencié.
- 2 mois après la pollinisation, les cotylédons, la radicule ainsi que la gemmule sont nettement formés mais restent minuscules. L'albumen subsiste mais en faible quantité.

2.7.3.2. Observations cytologiques du développement de l'embryon

Kengue et Schwendiman (1990) réalisent une étude cytologique du développement de l'embryon du safoutier. Des coupes sont faites au microtome sur des ovules après pollinisation artificielle. Les prélèvements

vont du 11è au 43è jour, avec un intervalle de quatre jours entre deux prélèvements successifs.

Sur certains ovules prélevés et fixés après quinze jours, le sac embryonnaire renferme une grosse cellule avec un noyau et un gros nucléole nettement visible (Photo 2, p. 59). Sur d'autres coupes réalisées sur des ovules prélevés au même stade, on observe deux synergides en voie de dégénérescence. La présence de l'oosphère ainsi que l'absence totale de la trame coenocytique et du noyau de l'albumen permettent d'affirmer que ces fleurs, malgré la pollinisation n'ont pas été effectivement fécondées.

Sur d'autres fleurs prélevées également quinze jours après la pollinisation, on observe des zygotes ayant subi une première division aboutissant à la formation de deux cellules dont l'une présente un noyau et un gros nucléole nettement visibles et renfermant chacune des enclaves amylacées. La cloison qui sépare les deux cellules est orientée dans le sens longitudinal (Photo 3, p. 59). Dans le sac embryonnaire on observe la trame coenocytique ainsi que les noyaux de l'albumen.

L'orientation de la première division dans le sens longitudinal constitue une particularité. On sait en effet que chez les angiospermes, la première division du zygote se fait dans le sens transversal et donne naissance à deux cellules superposées. Celle du dessus, plus proche du micropyle sera à l'origine du suspenseur, alors que la cellule de la base, au terme de nombreuses divisions se différenciera pour former l'embryon.

Sur les échantillons prélevés les dix neuvième, vingt troisième et vingt septième jour, le sac embryonnaire renferme de très nombreux noyaux, ce qui traduit un développement très avancé de l'albumen par rapport au quinzième jour. L'embryon n'a pas été observé.

Après 31 jours, on observe l'embryon qui montre déjà l'ébauche des deux cotylédons avec le pôle apical et le pôle racinaire bien différenciés (Photo 4, p. 60).

A 35 jours, les cotylédons sont parfaitement différenciés. L'albumen, auparavant liquide, est désormais totalement cloisonné. L'existence d'une auréole vide autour de l'embryon montre que celui-ci se développe au détriment de l'albumen dont il digère les cellules.

A 43 jours, chacun des deux cotylédons a amorcé sa différenciation en lobes cotylédonnaires (Photo 5, p.60).

Les premiers stades du développement de la graine se font vraisemblablement au détriment de l'albumen qui disparaît complètement au bout de quelques temps, et laisse la place à une graine bien formée.

On ne sait pas encore si tous les ovules d'une fleur sont fécondés, ou alors si l'ovule qui évolue en graine est le seul à avoir été fécondé. L'existence de fruits à deux graines appartenant toujours à deux loges carpellaires différentes amène à penser que tous les ovules seraient fécondés et qu'il y aurait compétition d'une part entre les ovules, et, d'autre part, entre les deux loges carpellaires. Si la fécondation des ovules n'est pas synchrone, l'ordre d'arrivée des tubes polliniques dans les sacs embryonnaires pourrait dans cette compétition être un facteur déterminant.

2.7.4. Parthénocarpie

D'après Kengue (1990) les panicules florales isolées avant l'anthèse sur des arbres femelles aboutissent à la chute de toutes fleurs. Aucune formation de fruit n'a été observée. Il n'est cependant pas rare de trouver des safous sans graines. D'ailleurs, certains safoutiers ont la particularité de produire exclusivement ou essentiellement des fruits sans graines. De tels arbres représentent certes un faible pourcentage, mais il s'agit d'un caractère constant qui se répète au cours des saisons successives.

Pour certains d'entre eux, les fruits restent longtemps sur l'arbre sans acquérir la couleur qui caractérise la maturité. D'autres par contre mûrissent partiellement sur une moitié latérale ou sur un pôle, soit le pôle du pédoncule, soit le pôle opposé. En conséquence, la pulpe entière ou la partie non mûre ne se ramollit pas à la cuisson.

D'autres enfin, bien que ne renfermant pas de graine mûrissent parfaitement. C'est parmi ces fruits sans noyau que se rencontrent les plus gros safous. Quel est le mécanisme biologique qui aboutit à la formation de ces fruits sans noyau ?

D'après Dumas *et al.* (1984), une activation d'origine variée n'entraînant pas nécessairement une fécondation est susceptible de déclencher une évolution d'un ovaire en fruit. Il s'agirait en fait d'une substitution aux processus usuels de reproduction sexuée, d'un mécanisme qui n'implique ni fécondation, ni recombinaison génétique.

La nature du stimulus qui intervient dans l'activation du sac embryonnaire n'est pas bien connue, mais il pourrait s'agir:

- de modifications de charges électriques à la suite de la pollinisation « stricto sensu ».
- de la pénétration du tube pollinique dans les tissus pistillaires.
- de la destruction d'une synergide lors de l'entrée du tube pollinique dans le sac embryonnaire.
- ou enfin d'une activation due aux gamètes mâles eux-mêmes au cours de la décharge du contenu du tube pollinique dans le sac embryonnaire.

Pour Champagnat *et al*. (1969), la formation de fruits dépourvus de graines peut avoir 3 déterminismes possibles:

- existence de gènes particuliers entraînant une forte teneur en certaines hormones dans la fleur.
- activation par les grains de pollen sans fécondation effective, soit par suite d'un avortement prématuré de graines, soit par suite d'incompatibilité génétique.
- les conditions de l'environnement.

2.7.5. Alternance et irrégularité de la production

2.7.5.1. Manifestation du phénomène

Le phénomène d'alternance et d'irrégularité de production bien connu chez d'autres espèces fruitières telles que le manguier (De Larousilhe, 1980), et l'avocatier (Gaillard 1987) est un phénomène très marqué chez le safoutier. Ainsi, les années de forte production sont toujours suivies d'une ou de deux années de faible production. Cette alternance qui s'observe au niveau général s'exprime de manière prolongée chez certains individus, avec un cycle plus court chez d'autres.

2.7.5.2. Causes possibles

- Le repos

Tout le monde est à peu près d'accord qu'une forte production entraîne forcément l'épuisement des réserves nécessaires à une seconde production. Pour reconstituer les réserves nécessaires à l'initiation florale, l'arbre a besoin d'un temps plus ou moins long qui peut aller d'une à 3 années en fonction de la vigueur végétative initiale de l'arbre. La disponibilité des éléments nutritifs nécessaires à cette reconstitution est un facteur déterminant. Ainsi un safoutier qui pousse sur un sol épuisé sera plus alternant que celui qui pousse sur un sol riche.

Le fait que les arbres ayant une prédominance de fleurs mâles fleurissent sans alterner mais sans produire de fruits montrent bien que les arbres femelles qui assurent l'essentiel de la production alternent du fait de l'épuisement par la charge des fruits.

- Les conditions climatiques

Les conditions de température et de pluviométrie qui prévalent pendant la floraison sont un facteur déterminant pour une bonne fructification. Les fortes pluies, et les températures trop élevées, par leur action directe ou indirecte, provoquent la coulure des fleurs et contribuent de ce fait à créer ou

à accentuer le phénomène d'alternance et d'irrégularité de la production chez le safoutier.

- Les causes pathologiques

Comme nous le verrons dans un prochain chapitre, certains insectes défoliateurs lorsqu'ils interviennent à l'approche de la floraison occasionnent de graves préjudices à la production. C'est ainsi qu'en 1998 au Cameroun, la production des safoutiers a été catastrophique. Les observateurs attribuent le phénomène à un insecte phyllophage (*Psara pallidalis*) Pyralidae (Kengue, 2001).

- Les causes génétiques

Il apparaît aussi que certains individus sont plus prédisposés que d'autres à l'alternance de production. Ce comportement peut être attribué aux caractéristiques génétiques de l'individu .

2.8. PRATIQUES CULTURALES

La multiplication par la graine était jusqu'à une date très récente, la seule technique utilisée pour la culture du safoutier. La technique de marcottage permet de réduire de 5 à 2 ans le temps nécessaire pour l'entrée en production des arbres. Elle permet également la sélection des individus présentant des caractères intéressants, Mais elle n'est pas encore diffusée à grande échelle. La multiplication par semis demeure par conséquent le mode le plus répandu et revêt un certain nombre d'aspects:

2.8.1. Collecte et plantation des sauvageons

Dans la forêt ou dans les plantations villageoises, les fruits qui tombent germent et donnent naissance à des jeunes plants sous la frondaison des arbre-mères. Si cet arbre est identifié par les populations environnantes comme ayant de meilleurs qualités pomologiques ou organoleptiques, ces sauvageons seront prélevés pour être transplantés dans les champs ou dans les jardins de case. Ce mode d'approvisionnement en semences, prédominant auparavant a progressivement cédé la place à l'utilisation des graines issues des fruits choisis sur le marché, sur la base des mêmes critères: le goût du fruit lié à sa teneur en huile, la grosseur du fruit, et la productivité de l'arbre.

2.8.2. Semis

Il peut se faire suivant 2 modalités: La production des plants en pépinières ou le semis direct.

2.8.2.1. Semis direct

La pratique du semis direct consiste à semer la graine directement en champs, dans le jardin de case ou dans le verger, à l'emplacement où elle va germer, croître et produire. Dans certaines régions, les cultivateurs mettent en terre la graine non dépulpée pour lui assurer une bonne germination. Dans d'autres, le fruit est emballé dans une feuille de taro (*Colocassia esculenta*) avant d'être plantée. Dans certaines localités des Hauts Plateaux de l'Ouest du Cameroun, il est recommandé de s'asseoir à même le sol avant de planter un safoutier. Ceci, dit-on permet au futur arbre d'avoir une ramification précoce et d'adopter une taille qui facilite la récolte des fruits. Toutes ces croyances sont difficiles à vérifier scientifiquement.

Quoiqu'il en soit, la plantation directe, si elle évite le passage en pépinière qui nécessite un certain nombre de molfens humains et matériels, comporte quelques inconvénients:

- Les jeunes pousses tendres issues de la germination dans un endroit peu contrôlé sont facilement détruites par des rongeurs.
- Dans le cas des plantations en verger, les graines qui ne germent pas laissent des emplacements vides dont on ne dispose d'aucun matériel adéquat pour le remplacement. En cas de remplacement, il existe toujours un décalage entre les plants issues des grains initialement plantées première plantation et les plants de remplacement.

2.8.2.2. Passage en pépinière

C'est la technique qui est actuellement la plus répandue (Photo 6, p. 61). Ceci suppose que l'on dispose d'un emplacement approprié ainsi que du matériel pour la pépinière (sachets en polyéthylène, ou des petits paniers en fibres végétales, le substrat, et bien sûr de l'eau pour l'arrosage), ainsi que des matériaux pour la construction de l'ombrière.

Période de mise en place des pépinières

La période de mise en place de pépinières dépend de la période de pleine production, elle-même variable suivant les conditions climatiques de la région. De nature périssable les semences de safoutier ne se conservent pas au delà de 5 jours suivant leur prélèvement. Quelles que soient les conditions locales, il est recommandé de mettre les pépinières en place pendant les pics de récolte. Il faut en effet éviter les fruits de début et de fin de campagne qui sont parfois issus de pollinisations déficientes ou qui renferment des graines mal conformées ou non viables.

Techniques de semis

Au départ, dans les pépinières, on passait par une phase de prégermination dans les germoirs. Mais cette pratique a été abandonnée au profit du semis direct dans les sachets. Car, même la sciure de bois décomposée, substrat meuble par excellence qui faciliterait le transfert des jeunes plants bute sur le problème de la longueur du pivot qui est de 20 cm environ, 3 semaines seulement après le semis. Comme il faut éviter de traumatiser ce pivot, on est amené à semer directement dans les pots. D'après Nya Ngatchou et Kengue (1988), les graines de safoutier suffisamment mûres, fraîchement prélevées et non mutilées germent à plus de 95 %. Pour obtenir ce taux de germination, certaines conditions doivent être respectées lors de la mise en place (voir manuel de vulgarisation):

- La polarité de la graine

Le pôle radiculaire doit être identifié et tourné vers le bas. Dans le cas de fruits non dépulpés, le pôle radiculaire est le pôle opposé au point d'insertion du pédoncule. Si l'identification de ce pôle s'avère difficile pour certaines graines, il vaut mieux s'en tenir à la symétrie dorsiventrale de la graine. Dans ce cas, placer la graine la face ventrale tournèe vers le substrat. Si cette condition n'est pas respectée, il peut se présenter deux alternatives: soit la graine ne germe pas du tout, soit elle germe au prix de beaucoup de contraintes imposées par le géotropisme. Dans ce dernier cas, la graine donne naissance à une plantule qui n'a aucun avenir à cause des déformations qu'elle subit du fait de la mauvaise orientation de la graine lors de sa mise en pot.

- La profondeur de semis

Dans le pot, l'épaisseur du substrat qui recouvre la graine doit être de l'ordre de 2 cm. Au delà de cette profondeur, la graine peut dépérir par asphyxie, incapable de se soulever au dessus du substrat, la germination du safoutier étant du type épigée.

Gestion de la pépinière

Après le semis en pépinière, l'approvisionnement en eau doit être assuré par un arrosage dont la fréquence dépend de la taille des plants et surtout des conditions climatiques du lieu. L'absence de racines latérales et de poils absorbants chez les plants de safoutier à leurs premiers stades de développement les rend sensibles au moindre stress hydrique. En zone de forêt tropicale humide, pendant la période ensoleillée, un arrosage copieux le soir tous les 2 jours est un minimum. Si la disponibilité de l'eau et de la main d'œuvre est insuffisante, il faut prévoir une ombrière. L'ombrière peut

se faire avec des matériaux locaux tels que les bambous, les piquets, les palmes et donc à peu de frais.

En plus de cet aspect essentiel que constitue l'arrosage, il faut prévoir:

- La lutte contre les mauvaises herbes qui poussent dans les pots. C'est surtout pendant les premiers mois. Lorsque les herbes issues des premières germinations de diaspores sont enlevées et que les feuilles de jeunes safoutiers commencent à couvrir les pots, le problème se pose de moins en moins. Nais le desherbage des couloirs entre les palattes doit se faire regulièrement

- La lutte contre les insectes phyllophages:

Certains agissent sous leur forme larvaire, d'autres tels que *Zonocerus variegatum* agissent au stade d'insecte adulte. Dans certains cas, ce sont des maladies cryptogamiques telles l'antrachnose des feuilles ou même certaines viroses d'origine inconnue. En pulvérisant avec un mélange d'un insecticide de contact et d'un fongicide, ces problèmes sont généralement circonscrits. La fréquence des pulvérisations est fonction de l'intensité des attaques et de la saison (saison des pluies ou saison sèche), et les doses doivent être réduites de moitié par rapport aux doses recommandées par le fabricant; ceci en raison de la fragilité de l'appareil végétatif du safoutier qui le rend très sensible à la toxicité des produits.

Les plants ainsi mis en place peuvent séjourner 5 à 8 mois en pépinière en fonction de la date de mise en place et de la date de début de la saison de pluies nécessaire pour la plantation en champs. A l'approche de la plantation, l'ombrage doit être diminué afin d'acclimater progressivement les jeunes plants aux conditions d'ensoleillement en champs. Le terrain doit également être préparé pour la plantation.

Cette préparation comporte les quatre étapes suivantes:

2.8.2.3. Préparation du terrain

Piquetage

Il consiste en la matérialisation de l'emplacement des futurs plants à l'aide de piquets. Avant le piquetage, la densité de plantation et la disposition parcellaire doivent être préalablement définies. En général, elles dépendent de 2 facteurs:

- la vigueur de croissance liée à la zone climatique
- le système de culture et le type de culture à associer

en fonction de ces éléments, les densités peuvent varier de 80 pieds par hectare (zones volcaniques de basse altitude du Cameroun) à 150 pieds par hectare comme dans les Hauts Plateaux de l'Ouest, zone de croissance lente et de faible vigueur végétative. Les arbres peuvent suivant les cas, être plantés en lignes simples, en quinconce, etc.

Dans les systèmes traditionnels où les cultures de rente côtoyent les cultures vivrières et les arbres fruitiers, seule l'existence des zones ouvertes oriente le choix du paysan sur l'emplacement de jeunes plants. Il n'y a donc pas de piquetage.

Trouaison et rebouchage

Autour du piquet faire un trou d'au moins 50 cm de côté et 50 cm de profondeur. Le reboucher ensuite en faisant rentrer d'abord la terre noire issue de la surface et ensuite la terre issue du fond du trou, et ceci de manière à former une butte. Repositionner le piquet à son emplacement initial.

Plantation

Ouvrir la butte au milieu du trou, et y placer le plant débarrassé de son sachet plastique. Pendant cette opération, éviter de traumatiser le pivot qui, à ce stade, est souvent la seule racine du jeune plant. En choisissant pour la plantation les plants se trouvant au stade physiologique de ″repos végétatif″, le taux de réussite à la plantation est de l'ordre de 100 %. Les jeunes plants au stade de croissance végétative subissent parfois des chocs qui les conduisent au dépérissement.

CHAPITRE III: ORIGINE DE L'ESPECE ET CENTRE DE DIVERSITE

L'espèce étant définie comme l'ensemble des populations entre lesquelles il n'y a aucune barrière biologique naturelle à un libre échange de gènes, même si elles se trouvent à différents niveaux de perméabilité génétique, l'espèce *Dacryodes edulis* fait partie du genre *Dacryodes* qui comprend au Cameroun 9 autres espèces dont 7 connues: *D. buettneri, D. camerunensis, D. klaineana, D. ledermanii, D. macrophylla, D. villiersiana.*

Dacryodes edulis constitue en fait une population de cultivars résultant d'apports génétiques divers et hétérogènes et de sélections empiriques dans les milieux écologiques différents et dans les circonstances ethnologiques particulières (usages locaux, goûts, systèmes de production).

Ces cultivars ont donc subi au cours des siècles, un certain degré d'épuration génétique pour aboutir au matériel actuel répondant plus ou moins aux exigences agronomiques et aux besoins alimentaires des populations.

Se trouvant dans une région où domine encore une agriculture de subsistance, et, de surcroît, dans l'aire de diversité, l'espèce a très peu évolué au cours des siècles. Elle offre de ce fait, de par sa richesse génétique, de grandes possibilités d'amélioration, en particulier pour des caractères de rusticité.

L'existence dans l'aire de distribution de l'espèce, et au sein de la flore naturelle, des formes sauvages, constitue une importante source de variabilité. Chez la plupart des espèces végétales, les formes sauvages présentent généralement une forte expression de dominances génétiques.

Le Gabon paraît être le plus grand centre de disversité du genre *Dacryodes*. En effet, parmi les 21 espèces de *Dacryodes* qu'on rencontre en Afrique le Gabon à lui tout seul en possède 11.

Par ailleurs, malgré le fait que la famille des Burseracées dans son ensemble soit peu représentée au Gabon, certaines Burseracées y sont presque endémiques. C'est le cas de l'okoumé (*Aucoumea klaineana*), grand arbre relativement abondant qui fait l'objet d'un commerce d'exportation qui porte sur plus d'un million de mètres cubes par an.

Il faut cependant reconnaître que la pression démographique, l'urbanisation, et les défrichements abusifs perturbent et dégradent fortement les systèmes agro forestiers traditionnels, qui ont favorisé au cours des millénaires la préservation de la diversité génétique du genre *Dacryodes.*

A cela s'ajoute le fait que l'érosion génétique, heureusement fort limitée dans la sous-région et en raison de la faible pression de sélection du safoutier et du faible niveau d'intensification culturale, affecte dans une certaine mesure, le centre de diversité de l'espèce.

Les services techniques de la région, les ONG, les agriculteurs et les divers intervenants dans ce secteur doivent tout mettre en œuvre pour la préserver dans l'intérêt des populations actuelles et des générations futures.

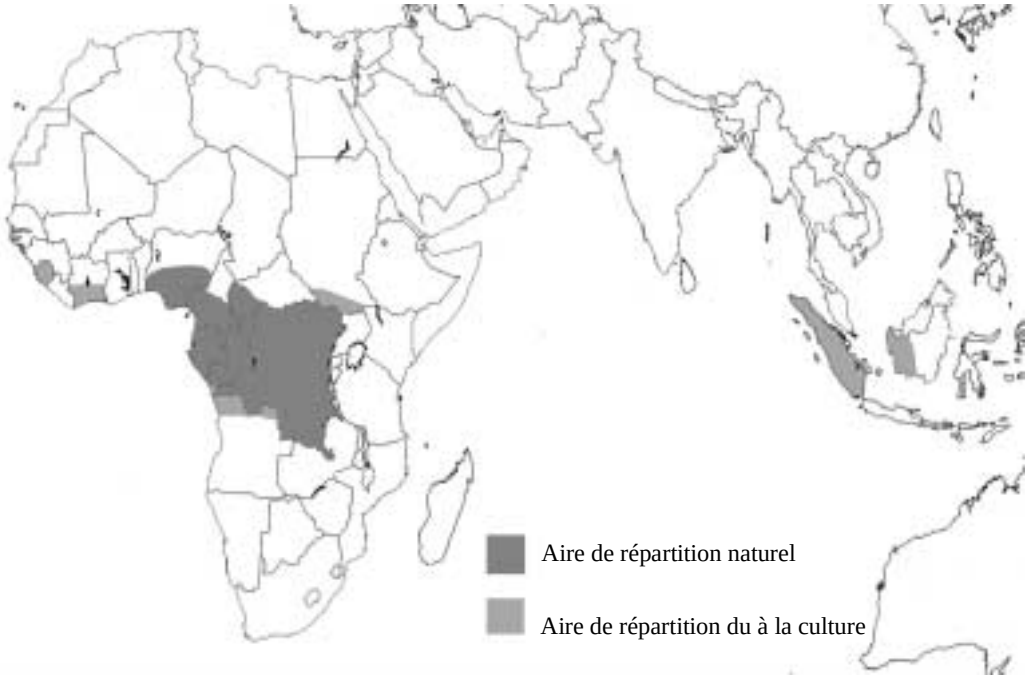


Fig. 3.1: Carte de répartition du safoutier

CHAPITRE IV: PROPRIETES DE L'ESPECE

L'intérêt alimentaire croissant dans les zones rurales et dans les grandes villes de la région, la valeur économique du safou en tant que source de revenu pour les paysans justifient le développement de la culture du safoutier. L'utilisation des autres organes tels que les feuilles et l'écorce dans la pharmacopée traditionnelle est assez répandue et les prescriptions varient d'une région à l'autre. En plus de ces organes, il faut mentionner que le safoutier, comme la plupart des espèces de la même famille, secrète des myrrhes, de l'encens et des elemis qui peuvent avoir des applications industrielles et pharmaceutiques.

4.1. LE SAFOU

4.1.1. Composition chimique

Silou (1994) fit un état des lieux des connaissances sur les caractéristiques physico-chimiques et technologiques du safou. Dans ce domaine, les principaux résultats sont dus à Ucciani et Busson (1963) Busson (1965), Tchendji *et al*. (1981), Umoti et Okyi (1987), Soulier (1987), Bezard *et al*. (1991), Silou *et al*. (1991), Kapseu et Tchiegang (1994) Avouampo (1996).

Les huiles étudiées sont extraites soit par la méthode chimique avec des solvants organiques, soit à l'aide d'une presse mécanique.

En extraction chimique, la teneur en huile varie entre 40 et 65 %, suivant les accessions et le degré de maturité du fruit. L'extraction avec la presse mécanique à partir de la pulpe sèchée donne un rendement de 25 à 49 %. Umoti et Okyi (1987) publient un travail de référence sur la composition de la pulpe et les caractéristiques de l'huile de safou.

Tableau 4.1: Composition moyenne de la pulpe de safou (pourcentage de poids de matière sèche d'après Umoti et Okyi, 1987).

Cendres	10.8
Fibres	17.9
Huiles	31.9
Protéines (N x 6,25)	25.9
Hydrates de carbone	13.5
Energie (K cl/100g)	444.7
Humidité	12.04

Tableau 4.2: Composition minérale de la pulpe déshuilée (mg/100g de matière sèche) (d'après Umoti et Okyi, 1987).

Ca	690
Mg	450
K	2380
P	220
Na	80

Tableau 4.3: Composition en acides aminés de la pulpe.

Acides aminés essentiels (pourcentage de la matière sèche)	
Lysine	6.27
Histidine	2.41
Phénylalanine	2.97
Leucine	9.57
Isoleucine	3.87
Thréonine	4.39
Méthionine + cystine	1.02
Valine	3.73
Arginine	3.34

Acides aminés non essentiels	
Aspartate	15.06
Serine	4.86
Glutamate	17.04
Proline	6.59
Glycine	2.64
Alanine	7.71
Tyrosine	9.97
Ammonia	3.55
% protéine	25.9

L'huile de safou renferme les mêmes acides gras que ceux rencontrés dans les autres huiles végétales: acide palmitique (35 - 65 %) acide oléique (16 - 35 %) acide linoléique (14 - 27 %). A ces 3 acides gras qui représentent à eux seuls plus de 95 % de la teneur totale en acides gras, il faut ajouter l'acide stéarique, environ 4 %.

Tableau 4.4: Caractéristiques de l'huile de la pulpe (Umoti et Okyi, 1987)

Acides gras libres (%)	14.1
Indice de saponification	201.4
Indice d'iode	59.6
Poids spécifique	0.9
Acides gras (%)	
C10 : 0	0.05
C12 : 0	0.39
C14 : 0	0.14
C16 : 0	47.89
C16 : 1	0.10
C17 : 0	0.04
C18 : 0	2.13
C18 : 1	31.25
C18 : 2	17.50
C18 : 3	0.29
C20 : 0	0.21

Ces données sur la composition chimique de la pulpe du safou appellent les remarques et les commentaires suivants sur sa valeur nutritive et sur les perspectives de son exploitation industrielle.

4.1.2. Valeur nutritive

La teneur en protéines (25.9 %) est faible par rapport à celle de certains oléagineux tels que l'arachide ou le soja. Mais elle est élevée par rapport à celle de la majorité des céréales qui rentrent dans notre alimentation quotidienne (maïs, sorgho, blé, riz etc.), qui ne dépassent généralement pas 13 %. Ainsi la consommation traditionnelle du safou avec les tubercules (manioc, macabo...) et les céréales (maïs, pain) est une ration équilibrée avec l'apport du complément protéinique contenu dans la pulpe du safou.

La composition en acides aminés essentiels est remarquable surtout pour une huile d'origine végétale. Les concentrations de la lysine, de la leucine et de la thréonine sont semblables à celles rencontrées dans l'œuf de poule ou dans le lait de vache. Elles sont de loin supérieures à celles des céréales.

La teneur en fibres, de l'ordre de 18 % peut jouer un rôle important dans la digestibilité de la pulpe du safou et favoriser également les mécanismes du péristaltisme du tractus intestinal.

A ces considérations, il faut ajouter la haute teneur en éléments minéraux tels que le calcium, le potassium, le magnésium et le phosphore ainsi que la forte valeur énergétique qui est de 444.7 K cal pour 100 g de pulpe.

A l'état brut, l'huile de la pulpe de safou a un indice d'acide bas (2-4), un indice d'iode caractéristique d'une huile moyennement saturée (70-82) et un indice de saponification voisin de 200. Ces caractéristiques confirment, d'après Silou (1994) la valeur alimentaire de l'huile de safou.

L'analyse chimique du tourteau révèle suivant les travaux de Silou (1994) une teneur en matière sèche élevée, un taux de cellulose brute également élevé, une teneur en protéines faible, et une composition minérale déficitaire en zinc, en fer, et en cuivre. Par conséquent, l'utilisation de ces tourteaux en alimentation animale, nécessiterait un enrichissement en certains acides aminés dont la nature peut varier en fonction de l'espèce animale.

4.2.1. Exploitation industrielle

Silou (1994) note que l'huile de la graine est semblable à l'huile de la pulpe. Ceci signifie que dans l'éventualité d'une exploitation industrielle, il ne serait pas nécessaire de séparer d'abord la pulpe de la graine avant de procéder à l'extraction. Ceci implique aussi et d'après cet auteur , un gain en matières grasses de l'ordre de 10 %. Le safou constitue ainsi un cas rare dont l'huile de la pulpe est identique à celle de la graine. La teneur moyenne en insaponifiable est de l'ordre de 1 % ouvrant ainsi de bonnes perspectives à l'exploitation de l'huile de la pulpe du safou dans l'industrie cosmétique. Giacomo (1982) affirmait que l'huile de safou, compte - tenu de sa composition chimique et de ses propriétés physiques peut être utilisée aussi bien dans l'industrie du cosmétique que dans l'industrie alimentaire. Il évaluait à 7 tonnes par hectare le rendement en huile d'un verger de safoutiers sélectionnés composé pour chaque hectare, de 95 arbres femelles sélectionnés pour leur haut rendement de production et pour la teneur en huile de leurs fruits, et 5 arbres mâles jouant le rôle de pollinisateurs.

Malgré ces perspectives particulièrement prometteuses, l'exploitation industrielle du safou et de son huile reste limitée. Les résultats obtenus dans les laboratoires doivent en sortir pour passer à la phase d'application dans les industries.

4.2. LES AUTRES PRODUITS

L'utilisation des organes végétatifs tels que les feuilles, les racines et les écorces dans la pharmacopée traditionnelle est courante. Mais l'absence de recherche scientifique dans ce domaine et le manque de documentation expliquent qu'il n'ait pas été possible de développer ce sujet dans le cadre de cette monographie.

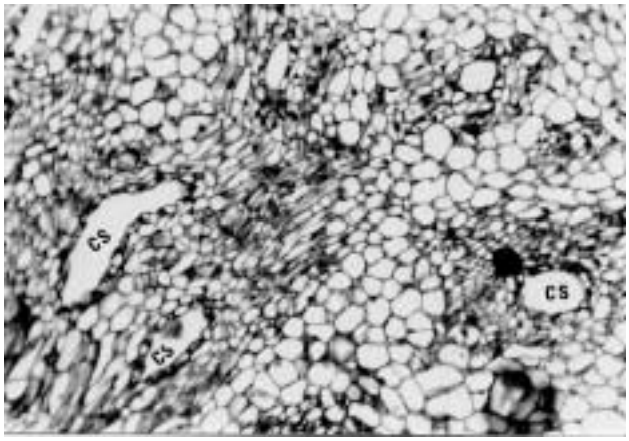


Photo 1. Coupe au niveau du réceptacle montrant des canaux sécréteurs (cs).

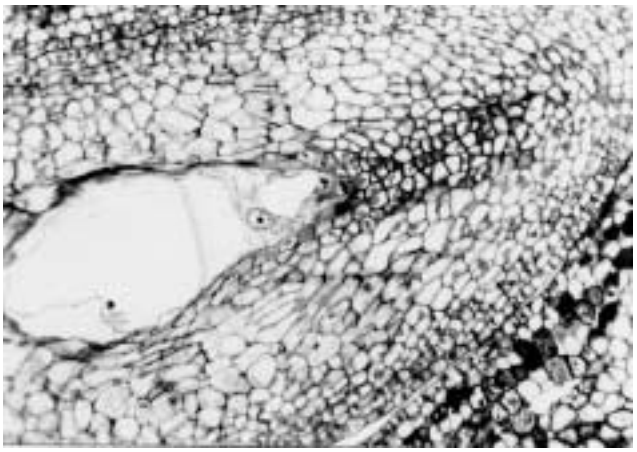


Photo 2. Sac embryonnaire 15 jours après la pollinisation.

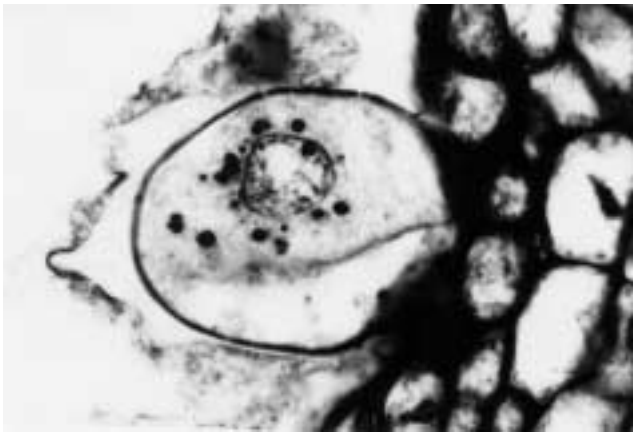


Photo 3. Première division du zygote.



Photo 4. Différenciation de l'embryon en un pôle racinaire et en un pôle apical.

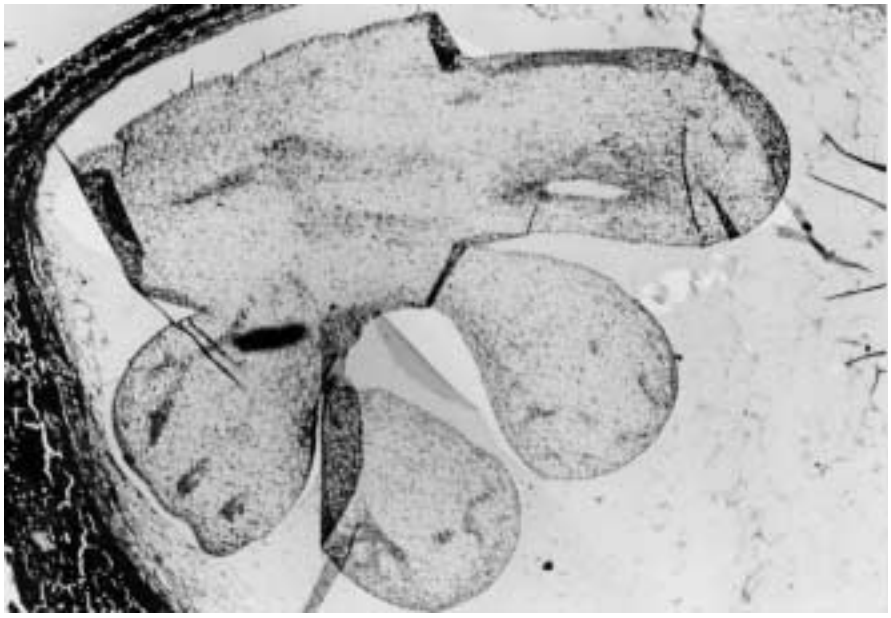


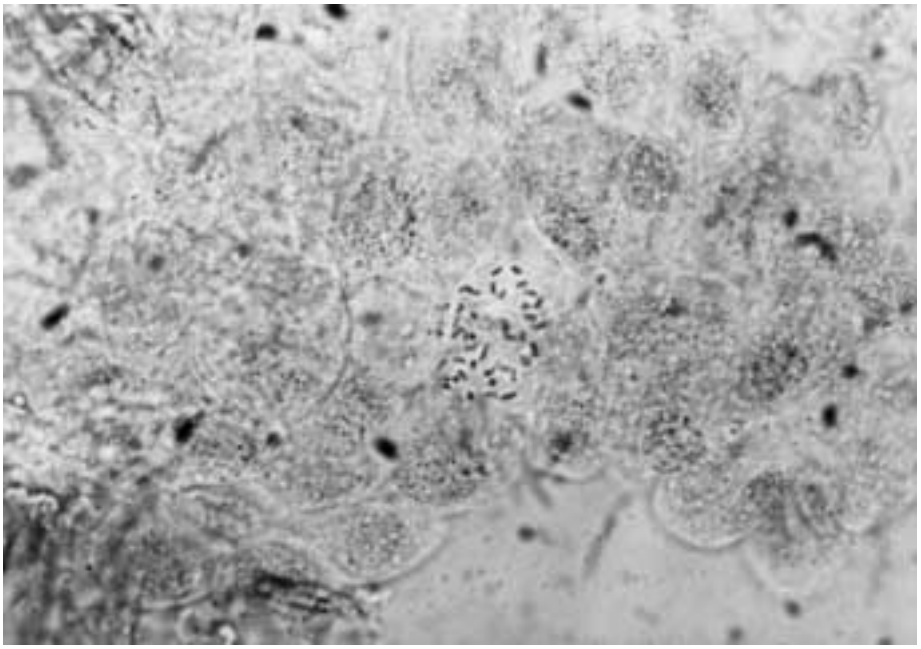
Photo 5. Différenciation en lobes cotylédonnaires.



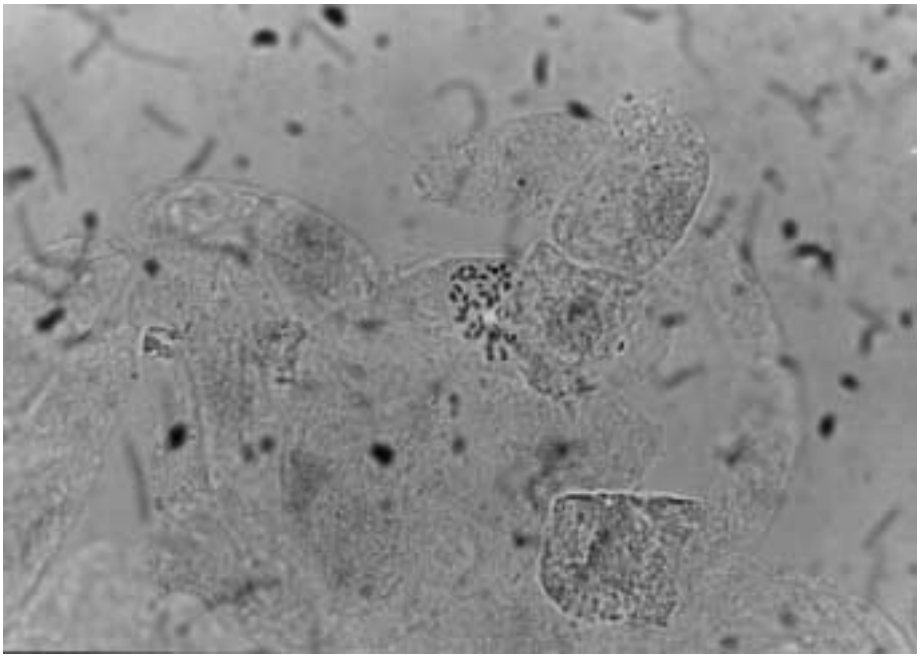
Photo 6. Jeunes plants de safoutier dans la pépinière de l'IRAD à Njombé.



Photo 7. Diversité des caractères des fruits: couleur de l'épicarpe, couleur du mésocarpe, et formes des fruits.



Photos 8 & 9 Chromosomes sur quelques plaques métaphasiques.



4.2.1. Le bois

L'usage le plus courant surtout en milieu traditionnel est l'utilisation comme bois de chauffe. Mais d'après Normand (1948), *Dacryodes edulis* et *Dacryodes letestui* sont les 2 espèces du genre *Dacryodes* qui fournissent des billes de diamètre moyen pouvant atteindre jusqu'à 1,5 m. Les bois, de par leur consistance tendre et leur couleur rose , sont très proches du bois de l'Okoumé (*Aucoumea klaineana*) et par conséquent utilisables comme bois d'œuvre. Les formes sauvages de *Dacryodes edulis* (très voisines de *Dacryodes letestui*) rencontrées notamment au Sud du Gabon, donnent des bois qui de l'avis de Normand (1948), doivent être considérés comme différents de l'Ozigo et comme un véritable succédané de l'Okoumé et qui ont été par erreur ou par ignorance commercialisés sous le nom d'Okoumé. Ces bois du safoutier comme ceux de tous les *Dacryodes* de la section *Pachylobu*s se distinguent du bois des *Santiria* de la section *Santiriopsis* par l'absence de canaux sécréteurs.

4.2.2. La résine

D'après Guillaumin (1910), les oléo-résines et les résines des Burséracées sont de loin les produits les plus intéressants de cette famille. Ils étaient exploités depuis une époque très reculée, avant le 13^{e} siècle dans des pays de vieille civilisation telle que l'Egypte. En plus des traits morphologiques qui permettent de les identifier, toutes les Burséracées renferment une oléo - résine connue sous le nom de l'Amyrine de formule chimique C30 H500 et dont le point de fusion varie entre 170° et 175°. Il faut souligner que la principale utilité de certaines espèces de Burséracée telles que les espèces du genre *Bursera* ou *Commiphora* est la production de la résine. Cet aspect occupe une place secondaire chez les *Dacryodes.* Ainsi *Dacryodes hexandra* fournit une résine vitreuse de goût légèrement amer, partiellement soluble dans les solvants organiques tels que la benzine, le chloroforme, le toluène, et l'alcool absolu bouillant. Les formes plus solubles de cette résine sont employées pour la fabrication des vernis, comme la résine de *Bursera simarouba*. Pour leur part, les résines de *Dacryodes* employées comme encens et comme vulnéraire coulent du tronc de l'arbre à l'état de suc laiteux.

CHAPITRE V: LES USAGES

5.1. ETHNOBOTANIQUE ET USAGES TRADITIONNELS

L'usage le plus répandu est la consommation des fruits après cuisson sous la cendre chaude, à la braise ou à l'eau chaude. Dans l'ensemble, les recettes culinaires à base de safou varient peu dans toute la zone géographique de cette espèce.

Dans certaines régions du Cameroun et même dans des restaurants modernes, la pulpe dénoyautée, débarrassée de l'endocarpe et de l'épicarpe est transformée en beurre de safou utilisé pour tartiner du pain. Dans la région Bamoun, après l'opération de dénoyautage et de nettoyage, la macération après cuisson de la pulpe permet d'obtenir une pâte huileuse à laquelle sont ajoutés divers condiments et aromates locaux ainsi que des crevettes. La pâte ainsi obtenue se mange avec les aliments de base tels que le plantain, le couscous, le manioc, ou le gâteau du maïs. Cette pâte sert souvent de provision aux voyageurs.

Dans cette même région, l'utilisation des feuilles, des racines, et de l'écorce dans la pharmacopée traditionnelle est la plus répandue. On déplore cependant un manque de documentation et une certaine réticence des vieux, dépositaires du savoir faire dans ce domaine, à communiquer les recettes thérapeutiques et les modes d'utilisation de ces organes. On sait cependant d'après les travaux de Raponda - Walker et Sillans (1961) que la poudre de l'écorce est utilisée pour soigner les plaies d'origine non traumatique (plaies ulcéreuses).

En dehors des utilisations alimentaires et médicinales, les troncs et les branches sont utilisés comme bois de chauffe, surtout dans les zones de savane humide des hauts plateaux de l'Ouest et dans les zones de savanes péri - forestières. Ainsi, les arbres produisant les fruits de mauvaise qualité sont généralement abattus et utilisés à cette fin.

D'après Guillaumin (1910), les produits résineux des Burséracées sont surtout employés à des usages hiératiques (Encens, Myrrhes). Quelques uns comme le Linaloe sont utilisés en parfumerie. Tous ou presque, entrent dans la préparation des produits pharmaceutiques indigènes ou modernes.

Sur un plan purement anecdotique, l'offre de safou est, dans certaines ethnies comparable à l'offre de la noix de Cola. Chez les Bamilekés du Cameroun:

- L'offre du safou est une manière traditionnelle de sceller les amitiés et les alliances.

- Le safoutier est un arbre sacré sur lequel les femmes ne doivent pas grimper.
- La cuisson du safou à l'eau entraînerait au niveau de l'arbre qui a produit ces fruits la perte de la capacité à produire dorénavant des safou de bonne qualité gustative. Aussi, la méthode de cuisson à la braise est-elle fortement recommandée au détriment de celle de cuisson à l'eau.

5.2. USAGES INDUSTRIEL ET ENVIRONNEMENTAL

L'essentiel des travaux menés sur la composition chimique de l'huile et sur ses propriétés physiques: Ucciani et Busson (1963), Tchendji *et al.* (1981), Umoti et Okyi (1987) et Silou (1994), sont unanimes sur les possibilités et la rentabilité d'une exploitation industrielle de l'huile de safou. Giacomo (1982) estime à 7 tonnes à l'hectare le rendement en huile de safoutiers sélectionnés et compare ce rendement aux 3 tonnes par hectare d'huile de palme. Mais il faut dire qu'il s'agit ici des estimations sur les perspectives d'une exploitation industrielle. Car en réalité, il n'existe pas, à notre connaissance une exploitation industrielle de l'huile de safou. Même l'extraction artisanale demeure très limitée et se fait jusqu'ici dans une optique plutôt expérimentale. Malgré le retard qu'accuse l'exploitation industrielle du safoutier, il y a de bonnes raisons, au vu des résultats des analyses et des estimations de rendement, d'affirmer que le safoutier sera demain l'une des principales sources de matières grasses dans sa zone géographique.

S'agissant des usages environnementaux, le seul travail publié à ce sujet est celui de Okorie (1998). Dans le cadre de la lutte contre l'érosion sur les sols agricoles marginaux dans le Sud du Nigeria, l'auteur avait expérimenté cinq espèces d'arbres fruitiers d'origine locale: *Azadirachta indica* (le neem), *Treculia africana, Irvingia gabonensis* (la mangue sauvage), *Chrysophyllum albidum*, et *Dacryodes edulis*. Au terme de cette étude, il arriva à la conclusion que *Dacryodes edulis* et *Chrysophyllum albidum*, du fait de leur croissance lente et de leur faible production de biomasse ne sont pas des espèces recommandées pour la lutte contre l'érosion sur les sols érodés où il y a un besoin urgent de couverture végétale. Pour *Dacryodes edulis* en particulier, les taux de mortalité sur ces terrains marginaux dépassent parfois 50 %. Par conséquent, l'utilisation de *Dacryodes edulis* pour la lutte contre l'érosion sur les terres marginales ne peut être envisagée que si l'on prévoit une fertilisation avec des engrais chimiques ou organiques et une lutte phytosanitaire destinées à lui assurer un développement satisfaisant.

Dans les systèmes traditionnels d'exploitation en cultures associées multiétagées, les paysans reconnaissent volontiers que le safoutier est parmi les espèces fruitières traditionnelles celle qui s'associe le mieux aux cultures de rente tels que le cacaoyer et le caféier. Ceci explique les fortes densités de safoutiers dans les cacaoyères et les caféières.

5.3. DONNEES ECONOMIQUES

Bien connu et très apprécié en milieu rural et dans les centres urbains, le safou constitue une source de revenu non négligeable pour le paysan et pour de nombreux intermédiaires impliqués dans sa commercialisation. Dans la partie méridionale du Cameroun, la situation du pic de production dans le deuxième semestre de l'année en fait une importante source de financement de la rentrée scolaire.

Les travaux de Ndoye (1999) confirment que parmi les quatre principales espèces de produits forestiers non ligneux (PFNL) identifiées dans la zone méridionale du Cameroun, le safoutier est le plus important aussi bien en terme de quantités produites, qu'en terme de valeur économique. A la suite d'une enquête qui a duré 16 semaines et qui a permis de couvrir 28 marchés dans la partie sud du Cameroun, l'auteur avance le chiffre de 1 447 tonnes de safou commercialisées en 1996 pour une valeur monétaire de 301.550 000 FCFA. Ces chiffres, faut-il le préciser ne concernent qu'une moitié de la période de production (puisqu'elle dure 7 mois), qu'une fraction des marchés de safou, et ne prennent pas en compte les quantités directement consommées par les producteurs. Par ailleurs il est important de relever que ces enquêtes n'ont pas couvert la plupart de grandes zones de production et de commercialisation telles que Makénéne Kékem et Mbouda dans l'Ouest du pays, Boumnyebel et Sombo et surtout le département de la Lekié (dans la province du Centre).

Isseri (1998) enregistre entre les mois de juin et août 312 tonnes de safou commercialisées dans le seul marché du Mfoundi (à Yaoundé). Ces études bien que incomplètes montrent à quel point le safou est économiquement important au niveau local. L'engagement dans la commercialisation du safou de nombreux intermédiaires tels que les prospecteurs et les démarcheurs faisant le lien entre les producteurs et les consommateurs, témoigne de l'importance de la filière safou. En effet, très souvent, les prospecteurs sillonnent les champs et achètent les safous sur pied et programment eux-mêmes la récolte.

Au niveau régional, le commerce de safou comme celui de la plupart des espèces traditionnelles souffre d'un manque de statistique. Mais l'importance des transactions qui s'opèrent dans des circuits informels, entre le Cameroun, le Congo Brazzaville, le Gabon, le Nigéria et la Guinée Equatoriale, ne fait l'ombre d'aucun doute.

A l'échelon international, les travaux de Tabuna (1999), publiés par le CIFOR sous le titre " Le Marché des Produits forestiers non ligneux de l'Afrique Centrale en France et en Belgique " relèvent que chaque année, environ 105 tonnes de safou sont exportées de l'Afrique Centrale en direction de l'Europe. Parmi les 105 tonnes enregistrées, 100 tonnes

proviennent du Cameroun, 3 tonnes de la République Démocratique du Congo, et 2 tonnes de la République du Congo. Les prix du safou sur les marchés spécialisés européens sont de 350 Francs belges par kilogramme à Bruxelles, 40 et 50 francs français par kilogramme, respectivement à Paris et à Lyon.

Dans l'ensemble les connaissances socio-économiques sur le safou sont encore très insuffisantes et fragmentaires. Les résultats préliminaires ci-dessus sont cependant d'une grande importance et devraient constituer le point de départ de travaux de recherche plus vastes et plus approfondis. Au terme de ces travaux on connaîtra de manière plus complète et plus détaillée les grandes zones de production et de commercialisation, les circuits de distribution et les mécanismes de fixation des prix. Il s'agit là de l'un des axes prioritaires de recherche sur cette culture.

CHAPITRE VI: RESSOURCES GENETIQUES

Le chapitre 3 de cet ouvrage soulignait la grande diversité dans le genre *Dacryodes* en général, et pour l'espèce *Dacryodes edulis* en particulier. Cette diversité reflète l'existence d'un matériel génétique diversifié qui peut être utilisé comme tel ou servir aux chercheurs pour leurs travaux de sélection. Pour une utilisation rationnelle et efficace de ces ressources, il faut tout d'abord les inventorier, les connaître et les mettre dans les conditions de conservation qui assurent leur pérennité. Le présent chapitre aborde le problème des ressources génétiques du safoutier ainsi que la problématique de leur sauvegarde, et de leur gestion rationnelle et durable pour les populations actuelles et pour les générations futures.

6.1. VARIATION GENETIQUE AU SEIN DE L'ESPECE

Dacryodes edulis présente des caractères discriminants extrêmement diversifiés. Cette diversité s'observe aussi bien au niveau des caractères végétatifs et des caractères reproducteurs qu'à celui du comportement phénologique; elle est à la base des difficultés que les chercheurs ont jusqu'à présent rencontrées pour établir une délimitation variétale claire au sein de cette espèce et soulève directement le problème de la caractérisation du safoutier.

6.1.1. Les caractères des organes végétatifs

Les variations s'observent au niveau du port de l'arbre et de son aspect général comme étant la résultante des variations morphologiques et architecturales des organes à divers niveaux.

- Les rameaux, qu'ils soient du premier ou du dernier ordre présentent par rapport au tronc ou au rameau de l'ordre précédent des angles d'insertion très variables pouvant aller des angles aigus, d'environ 30° chez certains individus, aux angles largement obtus où les rameaux sont presque pendants, chez d'autres. Dans ce dernier cas, qu'on peut considérer comme extrême, l'aspect retombant des rameaux est en général la conséquence d'une faible vigueur de ces derniérs. En plus, cette ramification suivant les cas peut intervenir précocement à moins de 0,5 mètre du collet ou plus tardivement lorsque le jeune plant mesure plus de 2 m et sans que les facteurs du milieu soient en cause.

- Les feuilles sont constituées d'un nombre de folioles très variable. Les folioles présentent une vaste gamme de formes, de couleurs et la surface du limbe peut être lisse ou gaufrée. La surface de folioles mesurée chez certains individus peut être multipliée par un facteur de 5, ou plus chez d'autres. La couleur des folioles varie du vert - clair au vert - sombre. Certains arbres ont

des folioles fortement acuminées, alors que d'autres le sont peu. De tous ces caractères, la couleur des folioles, leur surface ainsi que l'aspect du limbe foliaire semblent être des caractères très discriminants.

- Le système racinaire est de type pivotant avec un pivot central bien développé et de nombreuses racines latérales prédominantes dans l'horizon humifère superficiel. Chez les arbres adultes, ces racines latérales s'étendent largement au-delà de la limite de la projection de la frondaison sur le sol.

6.1.2. Caractères des organes reproducteurs

Les variations au niveau des caractères reproducteurs sont marquées sur les inflorescences, les fleurs et surtout les fruits.

Le chapitre 4 relevait déjà la différence de taille qui existe entre les inflorescences des arbres femelles et les inflorescences des arbres mâles. A l'intérieur de chacun de ces 2 types d'arbres, la longueur des inflorescences peut varier largement d'un individu à un autre. Les inflorescences de grande taille sont généralement ramifiées à la base. La couleur varie du jaune foncé au brun et semble être également un caractère discriminant.

La taille des fleurs, la présence ou l'absence des bractées ainsi que leur morphologie sont des caractères variables.

La morphologie et la couleur des fruits sont les aspects les plus frappants de la diversité chez le safoutier (Photo 7, p. 61).

Le dessin du chapitre 2 représente également quelques types morphologiques du safou. Mais il ne s'agit que de quelques uns parmi tant d'autres. Car en réalité la gamme est très variée et c'est ainsi qu'on rencontre les fruits de formes coniques, oblongues, elliptiques, ovales, subarrondies et toutes les variantes intermédiaires ainsi que des ornementations telles que des sillons, des épaulements entraînant différents types de symétries ou d'asymétrie suivant les cas.

Les couleurs à maturité sont tout aussi variables, du bleu clair au bleu foncé en passant par le verdâtre, le noirâtre et le violet. La couleur de la pulpe n'est pas uniforme; elle varie relativement peu entre le verdâtre, le blanchâtre, et le jaunâtre, chacune des variantes pouvant être classée dans l'un de ces 3 grands groupes.

Le safou renferme généralement une seule graine. Chez certains individus, cependant, les fruits à 2 graines représentent plus de 80 % de la production. Ce comportement est constant chez certains individus et se maintient au fil des saisons. Ce qui suggère un déterminisme génétique de ce caractère.

Lorsque le fruit renferme 2 graines, ces graines sont généralement de petite taille et donnent naissance à des plants peu vigoureux en pépinière.

6.1.3. Le comportement phénologique

En ce qui concerne le comportement phénologique, les variations s'observent au niveau de l'alternance de production, et au niveau de la précocité ou de la tardivité de production, pour les populations se développant dans des conditions identiques de milieu.

Certains individus se caractérisent par une alternance de longue portée pouvant aller jusqu'à deux ou trois ans. Ainsi, ils ne produisent qu'une année sur deux ou même sur trois, alors que d'autres ont une production régulière malgré leur rendement relativement élevé, suffisant pour justifier, le cas échéant, un repos prolongé comme chez les autres individus. Chez d'autres on observe des comportements erratiques tels que décrits par Scarrone (1969) sur le manguier (*Mangifera indica*). Ce comportement s'observe aussi bien au niveau des populations qu'au niveau des arbres pris individuellement. C'est ainsi que dans la couronne de certains safoutiers, on peut distinguer des "territoires" ayant des comportements phénologiques complètement déphasés. La production elle-même obéit à ce déphasage phénologqiue: les 2 zones de la couronne ayant des comportements phénologiques différents produisent alternativement l'une après l'autre au cours des années successives. Scarrone donne à ce type de comportement le nom d' "erratisme".

S'agissant de la tardivité ou de la précocité de maturation, on note que, dans la région de Yaoundé par exemple, la maturité chez certains individus intervient au mois de mai. La période de pleine production est située en août. Mais il faut attendre novembre voire décembre, pour que les fruits de certains arbres commencent à mûrir. Il s'agit là comme pour les cas précédents d'un comportement d'origine génétique qui échappe au contrôle des facteurs du milieu. Que ce soit la maturation tardive ou précoce les cultivateurs les considèrent comme un critère intéressant de sélection puisque les safous qui en résultent ont une valeur commerciale qui peut être environ 5 fois plus grande que celle des fruits de même qualité pomologique et gustative arrivant à maturité en pleine période de production.

6.1.4. Fréquence des traits importants

Lorsqu'on parle de traits importants, nous entendons par là ce que l'utilisateur considère comme le caractère qui doit être prioritairement pris en compte dans la sélection. Vus sous cet angle, les traits importants varient forcément en fonction de l'objectif de sélection.

Les résultats d'enquêtes menées en vue d'obtenir à ce sujet le point de vue de l'utilisateur montrent que ces caractères sont par ordre d'importance le goût (lié à la teneur en huile), le calibre du fruit, et la productivité de l'arbre, étant entendu que ces deux derniers caractères ont une corrélation négative. Il existe évidemment d'autres critères tels que la taille de l'arbre, la sensibilité aux maladies et aux ravageurs, considérés à tort ou à raison comme étant de moindre importance.

L'utilisation actuelle du safou étant principalement la consommation alimentaire, il est tout à fait évident que, vus sous l'angle de son utilisation dans l'industrie alimentaire ou cosmétique comme il est envisagé, d'autres critères relatifs aux qualités technologiques devraient sinon prendre le pas sur les premiers, du moins s'ajouter à la liste des critères.

Aucune étude statistique n'a encore été menée en vue de déterminer la fréquence de ces traits. Mais il est indiscutable que la presque totalité des pertes post - récoltes qui donne la fausse impression d'une production excédentaire des safous, est constituée par des safous de mauvaise qualité, indésirables pour le consommateur. Ceci conduit à affirmer que dans les populations actuelles les traits importants sont peu fréquents et qu'il y a une prédominance des individus produisant des fruits de qualité médiocre.

6.1.5. Autres éléments de variation

Les variations que l'on observe sur les arbres et sur les fruits constituent le niveau macroscopique de la variation. Les groupes apparemment homogènes présentent évidemment d'autres variations que seules les analyses chimiques ou les études cytogénétiques peuvent révéler. Dans ce domaine là aussi, tout reste à faire.

6.2. LE NOMBRE CHROMOSOMIQUE

Malgré la grande diversité des caractères que nous avons longuement soulignée au début de ce chapitre, aucune étude n'a été faite en vue de savoir ce qu'il en est à l'échelle cytogénétique.

Les travaux de Kengue (1986, 1995), consacrés au comptage du nombre de chromosomes sur les plaques métaphasiques dans les extrémités racinaires en pleine croissance n'ont permis en réalité que de mettre au point une méthodologie d'étude adaptée à cette espèce.

6.2.1. Matériel végétal et méthode utilisés

Sur des jeunes plants âgés de 45 jours, on effectue des prélèvements échelonnés des extrémités racinaires en pleine croissance. Les prélèvements ont lieu à 8 heures, 10 heures, 13 heures et 17 heures, afin de déterminer la

période de plus grande activité mitotique des cellules. Les extrémités racinaires ainsi prélevées sont immédiatement préfixées dans du 8 - hydroxyquinoléine (4 mg pour 100 cc d'eau distillée), passées au vide pendant 20 minutes et laissées dans ce préfixateur pendant 4 heures.

Elles sont ensuite lavées à l'eau distillée avant d'être fixées à l'alcool acétique (3 volumes d'alcool à 100° pour 1 volume d'acide acétique). Après la fixation qui dure 24 heures, les racines sont à nouveau lavées à l'eau distillée.

La suite du traitement comporte:

- le passage à l'acide chlorhydrique 5 N (pour l'hydrolyse acide)
- coloration pendant 1 heure dans le réactif de Schift.

Pour dilacérer les cellules et faciliter leur étalement, les extrémités racinaires sont placées dans une solution de pectinase à 2 % dans une étuve à 37° pendant 45 minutes. L'action de la pectinase sera arrêtée en lavant les échantillons avec de l'eau distillée.

Les extrémités doivent ensuite être dilacérées sans être triturées dans une goutte d'acide acétique à 45 % ou du carmin acétoferrique sur une lame porte objet. L'étalement est ensuite assuré en appuyant sur la lamelle couvre - objet. Après la mise au point sur une plaque équatoriale, l'observation se fait au microscope à l'objectif 100 dans une goutte d'huile d'immersion.

6.2.2. Résultats préliminaires

- Les échantillons prélevés à 8 heures, 10 heures et 17 heures, n'ont montré que quelques rares plaques métaphasiques. Par contre, ceux prélevés à 13 heures sont le siège d'une activité mitotique intense.

- 45 minutes se sont avérées être la durée appropriée pour l'hydrolyse acide.

- Plusieurs comptages sur les plaques équatoriales (Photos 8 et 9, p. 62) ont permis d'observer 42 chromosomes. Mais ces comptages n'ont pas été toujours aisés, la superposition des chromosomes liée à leur nombre élevé rendant difficile une mise au point parfaite. La qualité des photos prises a beaucoup souffert de ce problème de superposition.

Par ailleurs, il est difficile, au vu de ce chiffre, de dire si l'espèce est diploïde ou tétraploïde. Cependant le degré de fertilisation de l'espèce permet de penser qu'elle a de bonnes chances d'être diploïde. Il serait nécessaire pour confirmer cette hypothèse, d'observer des méioses dans les anthères. Les chromosomes dans ce cas se présentent sous-forme de bivalents, et on

pourrait les compter plus aisément. De plus on pourrait facilement en déduire le degré de ploïdie de l'espèce.

6.3. MISE AU POINT DE LA TECHNIQUE D' ELECTROPHORESE ENZYMATIQUE SUR LE SAFOUTIER

Le matériel végétal utilisé pour cette étude est constitué de 10 jeunes plants issus d'un même arbre-mère inconnu. Le but de l'étude est de mettre au point la technique de l'électrophorèse sur le safoutier et ceci dans une perspective d'utilisation de celle-ci dans les travaux d'amélioration. Il s'agissait en l'occurrence de déterminer les tampons de migration et les organes appropriés pour une telle étude.

En ce qui concerne le tampon, le Tris HCL 0.5 m pH 7.0 s'est avéré être le meilleur tampon. Sa composition pour 50 ml de solution tampon est la suivante:

- Tris: 3,025 g
- Acide ascorbique 0.3 M: 2,64 g
- EDTA 0,1 M: 0.186 g

Les organes du safoutier sont très riches en composés polyphénoliques. Il faut donc ajouter à ces composants principaux des agents mouillants et des antioxydants afin de piéger les polyphénols et les autres substances qui précipitent les protéines et inhibent leur activité il s'agit de:

- mercaptoethanol 2 %: 1 ml
- triton x 100: 1.4 ml
- Polycar: 100 g/échantillon au moment du broyage

En plus de tout ceci, une pincée de sable de mer est nécessaire pour faciliter le broyage.

S'agissant des organes, les essais ont porté sur les feuilles et les lobes cotylédonnaires. 1.2 ml et 1 ml de tampon sont nécessaires pour l'extraction sur 200 mg de cotylédons et de feuilles respectivement; centrifugation à 49 000 g.

Les extraits obtenus de ces organes permettent de faire des manipulations aussi bien sur gel d'amidon que sur gel de polyacrylamide. Les résultats obtenus sur gel d'amidon doivent être interprétés aussitôt après la révélation, puisque ces gels se décolorent assez rapidement pendant la conservation. Pour l'échantillon utilisé, que ce soit sur gel d'amidon ou sur gel d'acrylamide, très peu de systèmes enzymatiques se sont révélés polymorphes. Mais cette population en réalité ne représente rien par rapport à la diversité de cette espèce et de la complexité conséquente de systèmes.

6.4. IMPORTANCE DES ESPECES SAUVAGES APPARENTEES COMME SOURCE DE DIVERSITE

Au Cameroun, la pression de sélection massale due à l'activité des agriculteurs a rendu peu courantes les espèces sauvages de *Dacryodes edulis*. On les trouve surtout dans le Bassin du Ndian, notamment dans la région de Mamfé au Sud - Ouest, sur l'axe routier Kumba - Mamfé, à partir du village situé au pied du viaduc. Elles se caractérisent par les fruits de petite taille ressemblant par leur morphologie extérieure au *Canarium schweinfurthii*, et par un gros noyau pouvant représenter près de 70 % du poids total des fruits, remplissant totalement la cavité de la loge ovarienne chez ces espèces. La pulpe comestible est très peu épaisse.

Si ces espèces sont très localisées et restreintes à une zone au Cameroun, elles constituent l'essentiel des populations qu'on rencontre au Gabon, en Guinée Equatoriale et en République Centrafricaine. Le cas des populations du Congo est différent. Si on n'y rencontre pas des types particulièrement charnus comme au Cameroun, les populations sauvages ne semblent pas y être les plus répandues. Les cas de la République Démocratique du Congo et du Nigeria nous sont totalement inconnus faute de références bibliographiques.

En l'état actuel des connaissances il est particulièrement hasardeux de se prononcer sur l'importance de ces espèces sauvages comme source de diversité, bien que cela soit fort probable. En effet les travaux de recherche dans ce domaine font défaut. Ces résultats sont cependant indispensables pour tout travail de sélection généalogique d'ailleurs envisagée dans le schéma d'amélioration qui prévoit à certaines étapes des pollinisations croisées puis des autopollinisations. Ce dernier mode de pollinisation était hypothétique jusqu'à une date très récente, personne ne sachant si le safoutier est autocompatible ou non. C'est après les travaux de Kengue *et al.* (2001) qu'on sait que l'allogamie pour les fleurs hermaphrodites est facultative et que ces fleurs peuvent être pollinisées aussi bien par leur propre pollen que par un pollen étranger, et que dans un cas comme dans l'autre, on obtient des graines viables germant de manière satisfaisante et donnant naissance à des plants vigoureux.

Malgré l'absence de travaux scientifiques évaluant l'importance de ces espèces comme source de diversité, on peut penser qu'en raison de leur rusticité, elles constituent pour les futurs travaux d'amélioration un matériel indispensable. L'érosion génétique ou la perte irréversible que subissent certaines d'entre elles du fait du recul de la forêt, de la modification de leur habitat naturel ou de la disparition des écosystèmes, est un préjudice difficilement réparable. Il est nécessaire d'entreprendre à l'échelon national et régional une action concertée pour une conservation rationnelle de ce patrimoine ou de ce qu'il en reste. Certains pays tels que le Cameroun font

déjà des efforts dans ce sens là et ces initiatives méritent d'être encouragées. Il s'agirait d'obtenir la mise en défens non seulement du safoutier et des espèces sauvages apparentées, *D. macrophylla*, *D. buettneri*, *D. igaganga* etc. mais aussi de toutes les Burseracées.

6.5. INSTITUTIONS AYANT DES COLLECTIONS DE MATERIEL GENETIQUE

En 1988 the Forestry Research Institute of Nigeria (FRIN) à Ibandan, disposait de quelques safoutiers ça et là dans leurs collections. Au Gabon, la station IRFA avait en 1986 une parcelle de safoutiers qui était plus une parcelle de travail qu'une banque de gènes. Au début de son engagement dans les travaux de recherche sur le safoutier, l'IRA envisageait d'envoyer une mission pour la visite de ce verger, mais cela n'avait pu se réaliser. Aujourd'hui les nouvelles qui nous parviennent du Gabon laissent entendre que cette parcelle n'existe plus faute d'entretien et de suivi.

Lorsque l'IRA au Cameroun avait entrepris en 1985 les recherches sur le safoutier et les fruitiers sauvages, l'établissement des banques de gènes était l'une des opérations prioritaires du plan d'action de ce programme de recherche, les activités étant ici orientées vers l'amélioration de l'espèce. Dans d'autres pays tels que le Congo ou le Gabon l'accent a été mis sur les thèmes complémentaires tels que la chimie, la phytotechnie, et la phytopathologie respectivement.

Ainsi, à partir de 1985, sur financement du Gouvernement camerounais dans le budget autonome de l'IRA, le programme de recherche sur la Conservation des Ressources Phytogénétiques entreprend des missions de prospection et de collecte dans certaines zones écologiques du pays. En 1986, les provinces du Littoral, du Centre, et du Sud Ouest furent partiellement couvertes. Le matériel génétique issu de ces prospections est mis en place dans deux zones agroécologiques:

- à la station de Nkolbisson, dans la zone de forêt humide à régime pluviométrique bimodal.

- à la station de Barombi-Kang, dans la zone de forêt humide à régime pluviométrique monomodal.

6.5.1. La collection de base de Nkolbisson

A Nkolbisson, une collection de base de 1.5 ha, renfermant 36 accessions et une parcelle de travail sont créées en 1986 (Photo 10, p. 95). La parcelle de travail comprend 114 arbres appartenant à 19 accessions. Dans cette parcelle, les arbres ne sont pas destinés à la conservation. Ils peuvent être manipulés ou même sacrifiés à toutes fins expérimentales, d'où le nom de "parcelle de travail".

S’agissant de la collection de base, elle est composée de 17 accessions de 5 arbre chacunes, de 9 accessions représentées par 2 arbres chacune dont 4 d’origine congolaise prospectées dans la région de Brazzaville, de 9 accessions représentées par 1 arbres chacune. Ces collections actuellement en pleine production constituent un matériel génétique de choix pour la poursuite des recherches et pour les futurs travaux d’amélioration du safoutier. Les observations de caractérisation préliminaires portaient sur les caractères des organes végétatifs, sur la vigueur et sur le comportement phénologique.

Depuis les premières fructifications il y a bientôt dix ans, l’estimation de la production de chaque accession et de chaque arbre se heurte au problème de vol des fruits et surtout à la discontinuité du budget de fonctionnement qui a cessé d’exister depuis 1987. Par conséquent les efforts actuels tendent à entretenir contre les mauvaises herbes, à garder les arbres dans un état sanitaire satisfaisant et surtout à l’abri des feux de brousse.

6.5.2. La collection des marcottes de Nkolbisson

Cette collection est de création récente et fait suite à la mise au point d’une technique de marcottage aérien sur le safoutier (Kengue, 1994, 1997). Contrairement à d’autres collections qui sont issues des graines, la collection d’arbres issus des marcottes est constituée des plants de marcottes provenant des arbres mères sélectionnés dans les zones à safou (Boumnyebel, Makénéné, Sombo) La procédure de sélection des arbres à marcotter comporte trois étapes:

La première étape se situe au moment de la récolte des fruits.
Les prospections permettent d’identifier les arbres ayant des gros fruits, une pulpe épaisse un goût agréable et une forte teneur en huile.
La deuxième étape a lieu pendant la floraison aux mois de décembre-janvier ou février suivant les zones. Elle permet de préciser le sexe de l’arbre, la priorité étant donnée aux arbres hautement productifs.

Dès le mois de mai, les marcottes peuvent être posées sur les arbres retenus. Ainsi on recommande 95 % de pieds mâles pour 5 % de pieds hermaphrodites devant jouer le rôle de pollinisateur.

En utilisant cette technique, un total de 151 marcottes représentant 49 accessions ont été collectées et plantées en collection vivante à Minkoameyos dans la station de Nkolbisson (Photo 11, p. 95).

Les observations consistent à noter les caractères phénologiques, les caractères pomologiques et organoleptiques des fruits pour la caractérisation préliminaire de chaque individu et pour la comparaison de celui-ci avec les caractères de l’arbre-mère dont il est issu.

Près de 50 % des marcottes plantées en juillet 1997 ont fleuri et fructifié en février 1999, moins de 2 ans après la plantation, ce qui traduit un avantage certain par rapport aux plants de semis qui ne fleurissent pas généralement avant 5 ans. Les observations se poursuivent mais d'ores et déjà on note sans surprise que les caractères se transmettent à peu près fidèlement.

Les arbres de cette collection ayant été sélectionnés sur la base de certains critères que recherchent le cultivateur et le consommateur, peuvent être multipliés par voie végétative et vulgarisés à plus ou moins grande échelle suivant les moyens.

Ce travail qui, à l'échelle du Cameroun n'a couvert que partiellement quelques grandes zones de production, est appelé à s'étendre sur toutes les zones de productions et même au-delà de nos frontières. Il est la voie d'avenir, la plus courte et la moins onéreuse vers la création des plantations clonales en vue de l'exploitation industrielle nécessitant du matériel végétal homogène, performant et hautement productif.

6.5.3. La banque de gènes de Barombi-Kang

Comme la collection de Nkolbisson elle est constituée de matériel végétal issu de prospections locales. En 1986, elle était constituée de 8 accessions issues des prospections dans la province du Littoral, et 6 accessions issues des prospections dans la province du Sud-Ouest, chacune de ces accessions étant composée de 8 arbres, soit un total de 112 arbres. En 1990 et 1991, la collection a été enrichie de nouvelles introductions. Le nombre d'accessions passait alors de 14 à 23 et le nombre d'arbres de 112 à 184.

En février 1994, au plus profond de la crise économique qui frappe les pays africains, la plus grande collection du safoutier abandonnée en friche pendant 2 ans prend feu. Les dégâts sont estimés à 50 % de la collection. Certaines accessions sont totalement perdues, d'autres sont brûlées partiellement.

Une année plus tard, l'opération de sauvegarde des ressources génétiques de l'IRA dans le cadre du Projet «Unité de Conservation des Collections Fruitières et des pépinières multilocales (UCCF)» financé sur fonds STABEX entreprend des prospections en vue de remplacer les accessions perdues. Comme résultat de cette démarche, la collection de Barombi-Kang comprend aujourd'hui 63 accessions, pour un total de 400 arbres. Le nombre de plants par accessions varie de 2 à 8.

Dans cette collection on peut compter:

15 accessions issues de la zone des hauts plateaux de l'Ouest
16 accessions issues de la zone forestière de basse altitude du Sud-Ouest

29 accessions issues de la zone forestière à pluviométrie bimodale du Centre
1 accession issue de la zone forestière du Sud
2 accessions en provenance de la région de Brazzaville au Congo.

Les arbres rescapés de 1993 sont en pleine production, alors que les accessions de remplacement entrent à peine en production. Les difficultés et les contraintes ici sont les mêmes que celles signalées pour la banque de gène de Nkolbisson.

Dans l'ensemble, les faiblesses de ces collections sont liées:

- à leur caractère incomplet
Le territoire camerounais, avec sa diversité de conditions climatiques et de formations végétales n'a jusqu'ici été que très partiellement exploré. La zone frontalière Sud en limite avec le Gabon, ainsi que la zone des hauts plateaux du Nord-Ouest n'ont pas été du tout prospectées. Par ailleurs, les espèces sauvages apparentées au safou beaucoup plus répandues dans les pays voisins méritent d'être prospectées et conservées en collection.
- à la conservation sous forme de collection vivante
Ce mode de conservation imposée par la biologie de l'espèce nécessite des moyens humains et matériels importants et un investissement conséquent.
- à l'absence de budget
Le matériel en collection devrait être caractérisé et évalué afin d'être mis à la disposition des chercheurs pour leur travaux de sélection. Les restrictions drastiques par les Etats Africains du budget alloué à la Recherche Scientifique et Technique se traduisent par des sérieuses difficultés pour l'investissement et pour le fonctionnement. D'où l'arrêt des activités de prospection et de collecte, la perte du matériel en collections.

6.6. METHODES DE CONSERVATION

6.6.1. Conservation *in situ*

Ce mode de conservation permet de préserver de nombreuses espèces, en l'occurrence le safoutier et les espèces sauvage apparentées, dans leur habitat naturel. Dans l'aire de répartition du safoutier au Cameroun, on peut citer un certain nombre:

- Dans la Province de l'Ouest: la réserve de Santchou dans le Département de la Menoua, la forêt classée de Melap dans le Département du Noun
- Dans la Province du Littoral: la réserve de Bonépoupa dans le Département de la Sanaga - Maritime, en zone de forêt dense humide.
- Dans la Province du Centre: la réserve forestière d'Ottotomo.
- Dans la Province du Sud: la réserve de la Kienké qui est une forêt classée de plus de 7500 hectares, la réserve de Campo.

- Dans la Province du Sud - Ouest, le Parc National de Korup.
- Dans la Province de l'Est: la réserve de Deng – Deng, près de Belabo

Ces réserves permettent en principe de mettre le safoutier comme les autres espèces qui s'y trouvent à l'abri des menaces dues à l'activité humaine.

6.6.2. Conservation *ex situ*

Elle peut se faire suivant deux modalités:

- La conservation dans des collections vivantes

Les graines fraîches de safoutier restent viables pendant 5 jours seulement à la température ambiante (Kengue et Nya Ngatchou, 1990). A sept jours, elles ne germent plus qu'à 25 %. Ce taux de germination décroît rapidement et devient nul au bout de 14 jours. Conservées au réfrigérateur, les résultats ne sont guère satisfaisants. Youmbi (1987) évaluait à 42 % du poids de la matière fraiche, la teneur en eau des graines du safoutier. De la Mensbruge (1966) soulignait encore les difficultés de conservation que peut entraîner la forte hydratation d'une graine. La conservation à basse température n'est pas possible puisqu'elle engendre une dessiccation létale. Il faut tenir également compte de la nature chimique des réserves cotylédonnaires, constituées essentiellement de lipides et de sucres solubles. Tout ceci montre que les graines de safoutier sont des semences de type récalcitrantes chez lesquelles la vie ralentie, indispensable pour la conservation à moyen ou à long terme, n'est pas possible.

Par conséquent, toutes les banques de gènes du safoutier actuellement disponibles sont sous forme de collections vivantes. Leur entretien et leur gestion pose les problèmes classiques de main d'œuvre et de budget.

- La conservation *in vitro*

Les travaux de thèse de Youmbi (1991) visaient un double objectif de multiplication végétative du safoutier et de conservation du matériel génétique sous forme de vitroplants. Les résultats intéressants auxquels ils ont abouti en particulier en ce qui concerne la culture *in vitro* des lobes et des axes cotylédonnaires (matériel juvénile génétiquement inconnu) n'ont pas encore pu franchir cette étape pour s'appliquer directement ou indirectement à un matériel végétal adulte. Aussi, l'application d'une telle technique pour la conservation des collections de safoutier demeure t-elle une perspective qui ne manque pas d'intérêt.

Pernes (1984), énumère les nombreux avantages de cette technique:

- besoins en surfaces de laboratoire très réduits par rapport aux cultures en champs,

- méthodes de maintien simple par repiquage quand le milieu de culture est épuisé,
- faible risque de perte de génotypes stockés en laboratoire par rapport aux aléas liés à la conservation sous forme de collections vivantes en champs,
- absence de contamination par les insectes, les bactéries ou les virus. Compte-tenu des perspectives qu'une telle technique peut ouvrir pour l'amélioration de cette espèce, la culture *in vitro* demeure ici un axe de recherche prioritaire.

Au delà de tout ce qui précède, dans la partie méridionale du Cameroun, on assiste de plus en plus à la plantation de safoutiers à des densités élevées dans les cacaoyères et les caféières ainsi que dans les jardins de case. Sans que la conservation soit l'objectif déclaré du cultivateur, ces milieux sont d'importants sites de conservation des ressources génétiques de la plante.

6.7. UTILISATION DU MATERIEL GENETIQUE DANS LA RECHERCHE

La caractérisation et l'évaluation du matériel végétal se poursuivent dans les collections. Il s'agit là d'une phase qui permet de connaître chaque génotype, avec ses avantages et ses inconvenients par rapport aux différents caractères tels que la résistance ou non aux maladies et ravageurs, la productivité, les caractères pomologiques et les caractères organoleptiques et les caractères technologiques. Après cette phase, le matériel pourra alors être mis à la disposition des sélectionneurs qui pourront l'utiliser suivant les objectifs de sélection qu'ils auront définis.

Mais d'ores et déjà, les individus qui se distinguent par la grosseur du fruit, le goût et par leur performance sur le plan de la production font l'objet d'une sélection grâce à la technique du marcottage aérien. C'est le mode d'obtention des plants de la collection des marcottes de Minkoameyos signalée plus haut.

6.8. PROGRAMME DE SELECTION ET D'AMELIORATION

Le programme de sélection comporte deux modes de sélection complémentaires:

- la sélection générative
- la sélection clonale

6.8.1. La sélection clonale

Au début des travaux de recherches sur le safoutier, cette espèce ne se prêtait à aucune technique de multiplication végétative. De nos jours, seul les boutures juvéniles donnent de bons résultats. La technique de marcottage aérien est au point et connaît un début d'application fructueux. S'agissant du

greffage, les premières greffes de rameaux issus d'arbres adultes ont été réussies en 1998 à la station de Nkolbisson (Damesse *et al*., 2001) les progrès ainsi réalisés dans le domaine de la multiplication végétative du safoutier augurent de bonnes perspectives de progrès dans la sélection et l'amélioration du safoutier. Cette technique peut en effet permettre de cloner rapidement et de mettre à la disposition des cultivateurs des individus ayant des caractéristiques recherchées.

6.8.2. La sélection générative

Aucun individu ne peut naturellement posséder à lui tout seul tous les caractères qu'on souhaite avoir. Lorsque certains caractères sont bien exprimés, d 'autres le sont toujours moins bien. On peut cependant moyennant des croisements successifs, rassembler dans le même individu des caractères désirables.

Les études de Kengue (1990) portant sur la biologie de la reproduction et sur les pollinisations manuelles montrent que le safoutier est une espèce allogame et que cette allogamie est obligatoire aux pieds femelles du fait de la séparation des sexes. Pour les arbres portant des fleurs hermaphrodites, on ne savait pas si l'allogamie était facultative ou obligatoire. Aujourd'hui, grâce aux travaux de Kengue *et al*. (2001), on sait qu'il n'existe pas de barrière d'auto incompatibilité chez les fleurs hermaphrodites. Ceci permet d'envisager dans le schéma d'amélioration du safoutier aussi bien des hybridations que des autopollinisations destinées à créer des lignées pures. Comme pour toutes espèces pérennes il faut prendre en compte le facteur temps ainsi que son corollaire qui est le manque à gagner pendant cette longue période. Ceci permet de proposer le schéma de sélection suivant:

SCHEMA DE SELECTION DU SAFOUTIER

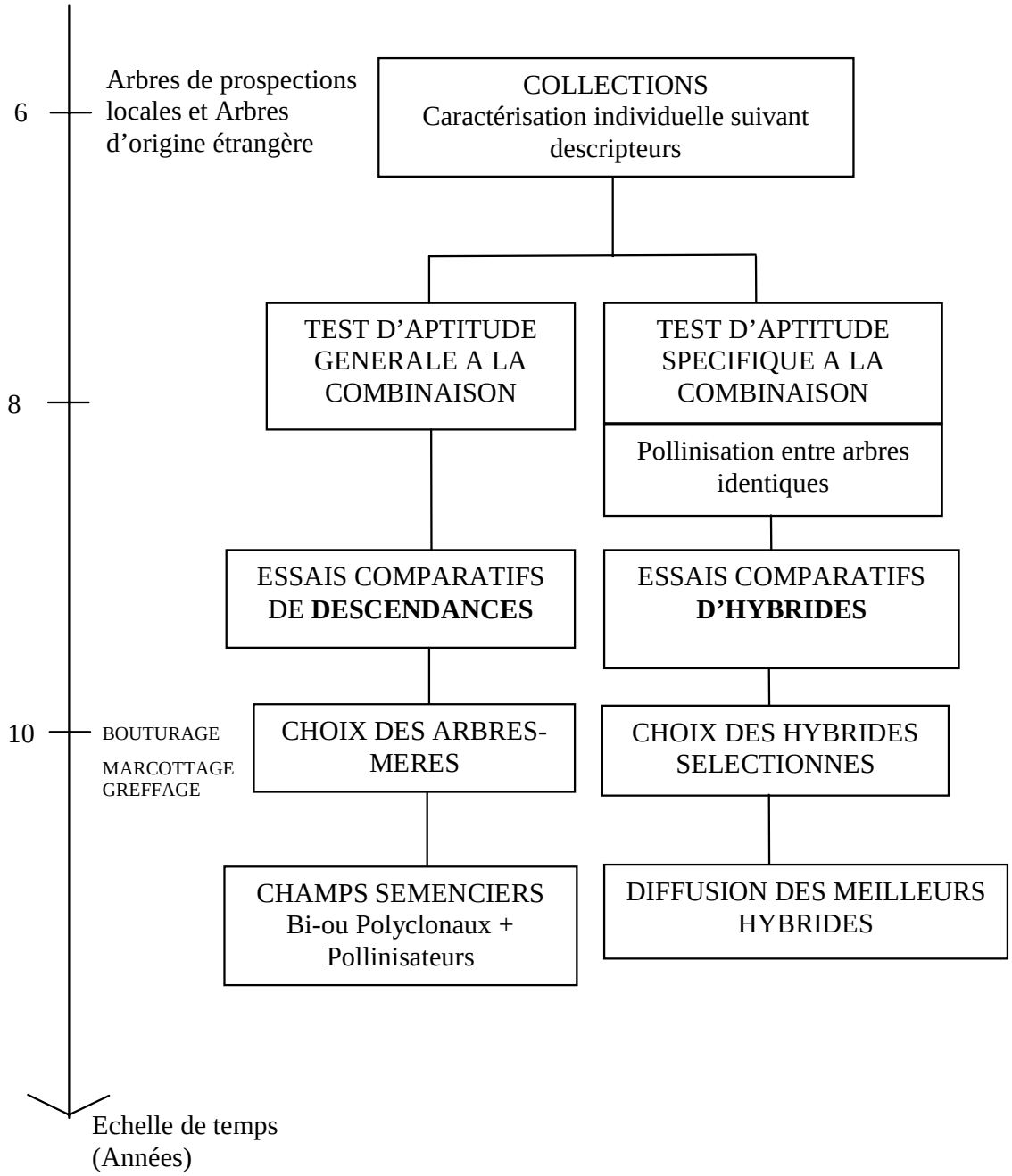


Fig. 6.1. Schéma de sélection du safoutier.

CHAPITRE VII: SELECTION

Le safoutier est parmi les espèces fruitières traditionnelles de l'Afrique Centrale celle qui est la plus cultivée. Dans le cadre de la culture du safoutier, les efforts de sélection se limitent au niveau du cultivateur qui utilise les méthodes empiriques pour tenter de reproduire les individus qui répondent le mieux à ses besoins.

Traditionnellement, les cultivateurs choisissaient dans les populations de safoutiers, les individus qui produisent des fruits de gros calibre, à la pulpe épaisse, riche en huile, et de goût agréable. Les graines issues de ces fruits sont semées dans l'optique de reproduire les mêmes caractères dans la descendance. Les semences peuvent provenir des plantations, des concessions voisines, ou être achetées sur les marchés. Mais parfois elles sont ramenées de longs voyages entre des zones écologiques pas toujours identiques. En raison de la valence écologique et de la rusticité du safoutier, ces échanges ne posent aucun problème d'adaptation. Les populations de safoutiers qu'on retrouve aujourd'hui dans les champs et dans les jardins de case constituent le résultat de ce processus de sélection massale.

7.1. LIMITES DE LA SELECTION MASSALE

Ce mode de sélection qui demeure de loin le plus connu et le plus pratiqué soulève un certain nombre de problèmes liés à la biologie et à la physiologie.

Le safoutier est une espèce gynodioïque avec des arbres portant exclusivement des fleurs femelles, et des arbres portant un mélange de fleurs mâles et de fleurs hermaphrodites. Pour les arbres femelles, l'arrivée d'un allopollen sur le stigmate est indispensable pour la pollinisation. Ce travail est assuré par les insectes à la recherche du nectar. En raison de cette allogamie, les caractères des fruits qui en résultent et qui ont guidé le choix du cultivateur, sont des caractères maternels. On ne devrait donc pas s'attendre à retrouver ces caractères au niveau des abres qui résultent de la graine.

S'agissant des arbres portant des fleurs hermaphrodites, les études récentes (Kengue *et al.*, 2001) ont montré que ces fleurs peuvent être fécondées soit par leur propre pollen, soit par un pollen étranger. Ici, l'allogamie est facultative. Mais même dans ce cas, l'autogamie, ne garantit pas nécessairement la reproduction dans la descendance des caractères recherchés.

On sait par ailleurs que les arbres hermaphrodites ont une production irrégulière et que les arbres femelles assurent l'essentiel de la production.

Mais il est difficile de déterminer par avance le sexe de l'arbre, avant la première floraison.

La conséquence évidente de ce mode de reproduction est l'extrême variation des caractères végétatifs, phénologiques et surtout pomologiques qu'on observe dans les populations poussant dans des conditions de milieu presque identiques. Les graines prélevés sur un même «arbre - mère» donnent naissance à des plants qui ne se ressemblent pas du tout, encore moins à «l'arbre - mère». On note donc chez le safoutier, une très faible héritabilité des caractères recherchés par le consommateur.

L'élimination des individus qui ne donnent pas satisfaction par leur production et par la qualité de leurs fruits est une alternative souvent pratiquée par le paysan. Mais elle demeure un pis - aller dans la mesure où les arbres issus de semis entrent en production après 5 ou 7 ans. Le dur labeur ainsi que l'investissement consentis pendant ces longues années s'avèrent de ce fait inutiles et n'encouragent pas le cultivateur.

Pour autant, la sélection massale malgré son caractère empirique, a abouti au fil des années à des cultivars produisant des fruits ayant une valeur alimentaire et commerciale certaine. Au Cameroun, certains safous portent le nom de la région d'où ils proviennent, comme un label de leur qualité. C'est ainsi qu'on parle du safou de Makénéné dans le Centre, du safou de Kékem dans l'Ouest, ou du safou de Digombi dans la région de Boumnyebel, département du Nyong et Kellé réputé pour sa qualité.

Vu sous un angle plus général, le Cameroun semble être le pays de la sous - région où la pression de sélection massale a été la plus forte. Cette situation qui peut trouver une explication dans la grande diversité de ses milieux écologiques, et l'intensité de l'activité agricole, se traduit par la présence dans ce pays des safous de qualité exceptionnelle, comparés à ceux qu'on rencontre dans d'autres pays de la sous - région. Sur les marchés de Libreville, de Brazzaville ou de Bangui, les safous du Cameroun se reconnaissent facilement.

7.2. CONNAISSANCES DE BASE POUR UN SCHEMA DE SELECTION

Malgré les progrès enregistrés ces dernières années dans le domaine de la biologie de la reproduction du safoutier, et de la multiplication végétative, la sélection au niveau de la recherche n'a pas encore créé un matériel vulgarisable à grande échelle.

7.2.1. La sélection générative

Les travaux de Kengue (1990) sur les techniques de pollinisation manuelle ont permis un certain nombre de repères indispensables aux croisements ultérieurs:

- La période d'anthèse et d'émission pollinique

L'anthèse commence dans les premières heures de la matinée et atteint son maximum entre 8 heures et 9 heures. ensuite, le taux d'anthèse décroît progressivement pour devenir nul vers 13 heures. Chez les fleurs mâles et les fleurs hermaphrodites, la déhiscence des anthères et l'émission pollinique sont décalées l'une de l'autre d'environ 30 minutes. Les facteurs météorologiques tels que la température ou la nébulosité peuvent accélérer ou ralentir le déroulement de l'anthèse sans pour autant modifier fondamentalement le processus.

- La période de réceptivité des stigmates

C'est la période pendant laquelle le stigmate offre les conditions favorables à la germination du pollen. Elle varie suivant les espèces et peut aller de quelques heures seulement à plusieurs jours chez certaines espèces. Pour étudier ce phénomène, on procède à des pollinisations manuelles à différents stades de développement de la fleur, avant, pendant, et après l'anthèse.

A 48 heures avant l'anthèse, 9 % de stigmates sont déjà réceptifs. A 24 heures avant l'anthèse, le taux de nouaison est de 21 %. A l'anthèse les stigmates sont au stade de réceptivité maximale, avec des taux de nouaison de l'ordre de 90 %. Par la suite, ce taux décroît brusquement pour atteindre 41 % et 21 %, respectivement à 24 heures et à 48 heures après l'anthèse. Cette chute de réceptivité se traduit par le brunissement puis le déssèchement du stigmate.

- La chute des pièces du périanthe qui intervient environ 48 heures après la pollinisation peut être considérée au niveau macroscopique comme un troisième repère permettant de présumer la réussite ou l'échec de l'opération.

L'utilisation des techniques d'histologie telles que l'observation des tubes polliniques ou la dissection des ovaires pourrait permettre de diagnostiquer plus précocement encore la réussite ou l'échec d'un croisement. Ces repères fournissent de précieuses informations à tout travail de sélection faisant intervenir des pollinisations manuelles.

7.2.2. La sélection clonale

7.2.2.1. Les techniques classiques

En général, l'utilisation des techniques de multiplication végétative sur les espèces qui s'y prêtent, constitue un moyen rapide pour sélectionner dans les populations existantes les individus ayant des caractères intéressants, pour les diffuser à plus ou moins grande échelle pour la création de plantations ayant un rendement accru.

Dans le cas particulier du safoutier on rencontre beaucoup de difficultés à appliquer directement les techniques de multiplication végétative. Les essais de greffage et de bouturage n'ont donné jusqu'ici de bons résultats que sur du matériel juvénile prélevé sur des jeunes plants aux performances non encore établies. Bien que porteurs d'espoir, les efforts tendant à rejuvéniliser le matériel adulte n'ont donné jusqu'à présent que de maigres résultats. Il y a cependant lieu de signaler les tous premiers succès des opérations de greffage avec des greffons issus d'arbres adultes, travaux dus à Damesse *et al*. (2001).

La seule technique de multiplication végétative qui est au point et qui a d'ores et déjà été utilisée pour prospecter un certains nombre d'accessions de safoutier est la technique de marcottage aérien. Il est inutile ici d'entrer dans les détails de cette technique puisqu'elle fera l'objet d'un chapitre ultérieur.

Il faut dire tout simplement qu'en l'état actuel de l'avancement des travaux, le marcottage aérien est la seule technique qui, malgré les inconvénients inhérents à toute technique, permet de cloner le safoutier. Cette technique présente tous les avantages qu'on peut attendre d'une technique de multiplication végétative appliquée dans un objectif de sélection: transmission fidèle des caractères, raccourcissement du cycle de production, etc.

7.2.2.2. La culture in vitro

Le seul travail préliminaire, dans ce domaine est du à Youmbi (1991). L'auteur avait pu faire régénérer dans les tubes à essai des jeunes plants de safoutiers à partir des axes et de lobes cotylédonnaires. On relève que ce travail n'a pas permis d'enclencher l'embryogénèse à partir d'organes ou de cellules issues d'individus adultes. On devrait cependant lui reconnaître le mérite d'avoir pu mettre au point un milieu de culture approprié, pour une espèce comme le safoutier dont les tissus sont bourrés de composés polyphénoliques entraînant des oxydations préjudiciables à la culture *in vitro*.

Compte tenu:

du caractère de cette espèce réfractaire aux techniques de multiplication végétative classiques, au caractère récalcitrant des semences qui ne peuvent rester viables au delà de quelques jours; leur composition ne permettant pas une déshydratation poussée nécessaire à la conservation à moyen ou à long terme sous forme de collection morte, la culture in vitro demeure par conséquent une technique dont la mise en application ouvrirait de belles perspectives pour la levée d'un certain nombre de contraintes à la sélection et à la production des safous.

En effet, malgré l'absence de publications dans ce domaine sur les arbres fruitiers tropicaux, il y a de bonnes raisons d'espérer que les progrès réalisés dans l'application de la technique de la culture *in vitro* sur les espèces fruitières des régions tempérées puissent s'appliquer moyennant quelques modifications aux espèces fruitières tropicales. Ainsi, suivant un document anonyme publié par l'IBPGR en 1985, cette technique permettrait:

- de surmonter les problèmes d'hétérozygotie, de polyploïdie et de long cycle de génération que pose la multiplication par des méthodes dites conventionnelles.

- la culture des embryons immatures initialement voués à l'avortement, à la lumière des résultats obtenus sur les espèces des climats tempérés, telles que le prunier, le cerisier et l'abricot. Les croisements interspécifiques ou intergénériques destinés à capter certains gènes tels que les gènes de résistance aux maladies contenus dans les espèces sauvages apparentées donnent souvent naissance à des semences de faible vigueur. Ce problème pourrait éventuellement être résolu en utilisant la culture *in vitro* des embryons.

- En plus du gain du temps relatif à la réduction du cycle de génération, elle permet de faciliter l'échange de matériel génétique sous forme de vitroplants par exemple.

- Pour l'instant, au vu des résultats obtenus par les paysans avec la sélection massale, on peut affirmer comme le disait Giacomo (1982), qu'une pression de sélection même faible, permettrait d'augmenter de manière très significative, la production actuelle des safous.

- En attendant la maîtrise de la technique de sélection générative, de la culture *in vitro* et de trouver les moyens nécessaires à leur application, le marcottage aérien et, éventuellement d'autres techniques de multiplication végétative classiques doivent permettre de sélectionner dans les populations existantes et de réduire la prédominance des arbres mâles et ceux des arbres produisant des fruits indésirables de par leurs

caractères pomologiques ou organoleptiques. Comme tout travail de sélection ceci comporte, si on n'y prend garde, le risque de réduction de la base génétique du fait de l'abandon ou de la destruction des individus jugés peu satisfaisants.

CHAPITRE VIII: ECOLOGIE

8.1. EXIGENCES CLIMATIQUES ET EDAPHIQUES

8.1.1. Exigences climatiques

La répartition géographique du safoutier dans son ensemble reflète une forte plasticité écologique de cette espèce. Au Cameroun, le safoutier pousse spontanément ou est cultivé dans toute la partie méridionale, depuis la côte atlantique au climat équatorial jusqu'au Sud de l'Adamaoua où le climat est du type soudano-guinéen, en passant par une série de variantes. C'est ainsi qu'on le rencontre aussi bien en basse altitude qu'en haute altitude, en savane comme en forêt où il présente des variations phénologiques en rapport avec les paramètres locaux du climat et du sol (Kengue, 1990).

D'après Tchotsoua et Mapongmetsem (1998), Isseri (1998), deux facteurs climatiques principaux influencent la croissance et le développement du safoutier: les températures et les hauteurs des précipitations.

8.1.1.1. Les températures

Au Cameroun, les zones les plus favorables au développement du safoutier s'étendent de la vallée du Ntem à l'escarpement de Ngaoundéré (Isseri, 1998). Cette zone est caractérisée par des températures moyennes annuelles comprises entre 23 et 25°C. Les zones de Kribi, Douala et Limbé situées au bord de l'océan Atlantique présentent des températures moyennes annuelles de l'ordre de 26°C et des précipitations moins favorables. Ici en effet, la croissance végétative prend le pas sur la fructification et rend peu rentable l'exploitation du safoutier. Néanmoins sa présence toujours en forte densité dans les caféières et les cacaoyères se comprend en raison d'une part de l'ombrage que cette espèce fournit dans ces exploitations et d'autre part l'amélioration du statut organique du sol par la chute des feuilles sénescentes, surtout en saison sèche.

Les faibles températures de l'ordre de 20°C qui caractérisent la zone agroécologique des Hauts Plateaux de l'Ouest expliquent la croissance très lente et l'entrée en production tardive des jeunes safoutiers de cette région (5 à 7 ans). Par la suite le niveau de production est tout de même satisfaisant.

8.1.1.2. La hauteur des précipitations

Les hauteurs de précipitations comprises entre 1400 et 2500 mm sont favorables au développement du safoutier. Ainsi, sont exclues suivant ce paramètre les régions côtières de Douala et de Limbé où les précipitations annuelles atteignent souvent 4000 mm. Comme dans le cas des fortes

températures, les précipitations trop abondantes favorisent la végétation, par contre la fructification est peu abondante et irrégulière.

Dans le climat soudanien des plateaux de l'Adamaoua, les précipitations limitent le développement du safoutier par leur insuffisance. L'importance de la saison sèche impose pour cette espèce dont les racines pivotantes se forment tardivement, un arrosage pendant environ 6 mois au cours des 2 premières années suivant la plantation.

A ces principaux facteurs climatiques, il faut ajouter l'éclairement. Dans la nature en effet, le safoutier se rencontre aussi bien dans les situations ombragées qu'en pleine lumière; c'est une espèce considérée par les uns comme héliophobe, par d'autres comme héliophile.

8.1.2. Facteurs édaphiques

Dans la zone géographique du safoutier on rencontre; suivant les travaux de Tchotsoua et Mapongmetsem (1998) les sols ferralitiques qui couvrent pratiquement tout le sud du 8è parallèle. Il s'agit des sols acides, pauvres et fragiles, localement amendés par l'apport des sédiments et des cendres volcaniques. Dans cet ensemble, on distingue une petite variante constituée par des sols minéraux fortement érodés des hauts plateaux de l'Ouest. Les sols ferralitiques couvrent partiellement la partie Nord des pays tels que le Gabon, le Congo, et la Guinée Equatoriale tous situés dans la zone géographique du safoutier.

A l'exception de la zone côtière à sols hydromorphes et de quelques secteurs ayant des sols orthiques ou des cuirasses fortement indurées, le safoutier s'adapte aux grands types de sols ainsi qu'à leurs variations locales.

L'architecture racinaire du safoutier est un système pivotant faiblement enchevêtré. Ceci explique les difficultés de cette espèce à se développer harmonieusement sur des sols gravillonnaires et sur des cuirasses même si elles sont subaffleurantes. Ainsi, les sols ferralitiques profonds et les cendres volcaniques évoluées, offrent des conditions édaphiques de prédilection pour le développement de cette espèce

Tous ces facteurs agissent non pas de manière isolée mais de manière concomitante pour déterminer des zones favorables ou non à la culture du safoutier. Ici ce sont les températures qui, par leur excès ou leur insuffisance constituent le facteur limitant. Là-bas par contre c'est un problème de précipitation, excédentaire ou déficitaire.

La combinaison de ces paramètres permet d'obtenir pour le cas du Cameroun la carte phytogéographique ci-dessous. Elle montre d'après les travaux de Tchotsoua et Mapongmetsem (1998), que le safoutier présente un

développement optimal dans les zones forestières et les savanes périforestières comprises entre 1°40'N et 8° N. C'est l'aire la plus étendue qui couvre partiellement ou totalement 8 des 10 provinces que compte le pays (Isseri, 1998). C'est la principale zone de production. Dans certaines zones comme la région du Moungo ou la région des Hauts Plateaux de l'Ouest fortement agricoles, l'activité humaine explique la forte présence du safoutier malgré les conditions naturelles pas toujours favorables. A contrario, la vaste zone forestière de l'Est Cameroun se caractérise par des faibles densités du safoutier, malgré les conditions climatiques et édaphiques relativement favorables. Le faible développement de l'activité agricole et les habitudes alimentaires d'une population éparse caractérisée par une économie de subsistance, expliquent cette situation. Dans le plateau de l'Adamaoua et la zone pastorale du Nord-Ouest, l'effet des conditions climatiques et édaphiques défavorables se conjugue à la vocation pastorale et au nomadisme des populations pour expliquer le faible développement de la culture du safoutier.

8.2. IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

L'utilisation du safoutier comme arbre d'ombrage est une pratique répandue dans toute sa zone géographique. Le safoutier fait partie d'un système agroforestier comprenant diverses autres espèces pérennes qui assurent une couverture végétale et une protection du sol contre l'érosion. Avec une canopée moins dense que le manguier, les caféiers et les cacaoyers qui poussent à l'ombre du safoutier reçoivent le minimum de lumière nécessaire pour une croissance et un développement harmonieux.

D'après les travaux de Okorie (1998) l'érosion représente un sérieux problème environnemental au Nigeria comme dans la plupart des régions tropicales. Ici on estime à 30 millions de tonnes la perte annuelle en terre arable. La lutte contre ce phénomène utilise des techniques de Génie civil, mais aussi et surtout la stratégie de reforestation. Parmi les diverses espèces fruitières exotiques et traditionnelles testées, *Dacryodes edulis* se prête plus particulièrement à la reforestation dans les zones où l'érosion n'a pas encore totalement déblayé le terrain. Dans les régions où l'action de l'érosion a déjà complètement déblayé les sols, l'utilisation de *Dacryodes edulis* nécessite l'application des fertilisants pour la stimulation de sa croissance.

CHAPITRE IX: ZONES DE PRODUCTION

9.1. DANS LA REGION D'AFRIQUE CENTRALE

Dans toute l'aire de répartition du safoutier, les données statistiques sur la production, les superficies cultivées, les densités de plantation, les quantités produites et les quantités commercialisées sont inexistantes.

A l'échelon de la région, il est pour le moment difficile de dire, même de manière approximative, quelles sont les quantités produites par chacun des pays situés dans l'aire de répartition du safoutier. Au Cameroun même les services spécialisés du Ministère de l'Agriculture font rarement cas de quantités de safous qui font l'objet de transactions commerciales entre les pays de la région d'une part, et entre les pays de la région et certains pays d'Europe tels que la Belgique et la France, d'autre part. Ici en effet, la priorité est donnée aux grandes cultures de rente: le café, le cacao, le coton, la banane et le caoutchouc.

9.2. AU CAMEROUN

Même au niveau national on ne dispose pas de données statistiques internes sur les zones de production. Les récents travaux de Temple (1999) et de Isseri (1998) ont permis d'avoir des informations préliminaires sur les zones de production au Cameroun. Mais ces informations restent partielles, puisqu'elles ne portent que sur quelques zones bien restreintes.

Isseri (1998) mène une étude des zones de productions. Cette étude, basée sur les 3 facteurs de l'environnement (sol, température et hauteur des précipitations) qui influencent la croissance et le développement du safoutier permet à l'auteur de conclure à l'existence de 3 zones de production (Fig. 9.1):

- La zone où tous les 3 facteurs sont favorables. Dans ce cas on peut citer les localités telles que Njombé, Loum, Mbanga et Manjo (toutes situées dans le département du Mungo), Makénéné (située dans la zone de savanes périforestières du Mbam), Yaoundé (dans la zone de forêt dégradée), Obala et Sa'a dans la zone de savanes périforetières de la lekié.

- La deuxième zone de production regroupe tous les secteurs où 2 des 3 facteurs sont favorables. Il s'agit d'une bonne partie de la région des Hauts Plateaux de l'Ouest, en particulier l'ancien département de la Mifi, le département des Bamboutos, et les parties basses du département du Nord-Ouest.

- La troisième zone de production, moins importante que les 2 premières est constituée par les secteurs où seul un des 3 facteurs est favorable. Il s'agit en particulier des régions sableuses le long de la côte atlantique de Douala, Limbé Kribi etc.

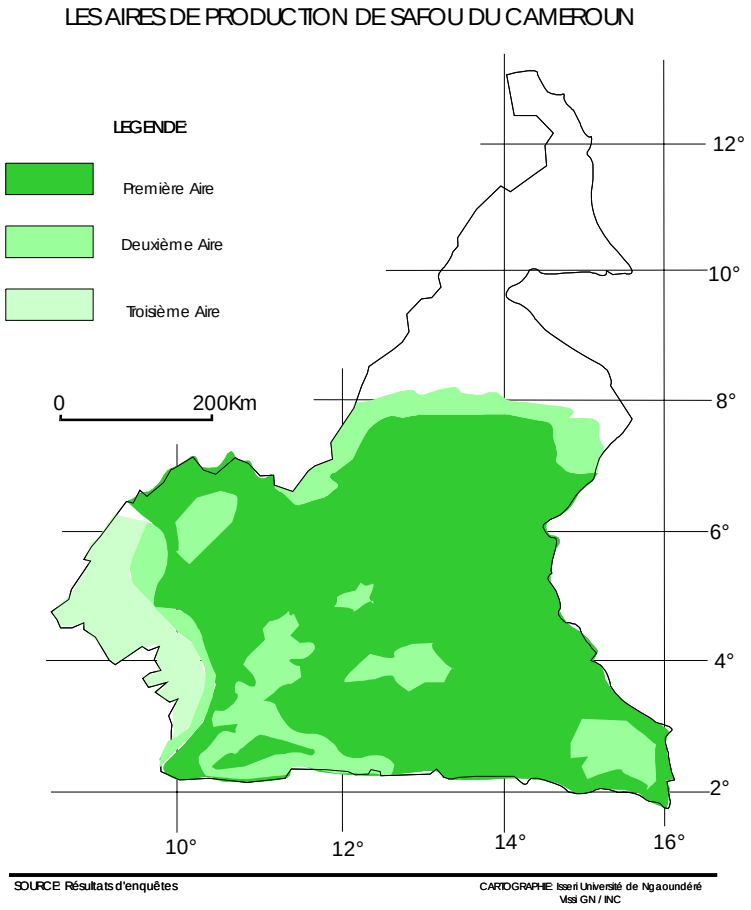


Fig. 9.1. Zones de production de safou au Cameroun (D'après Isseri, 1998)

Les informations ci-dessus n'ont en réalité qu'une valeur indicative pour les zones de production. En effet, d'autres facteurs tels que les habitudes alimentaires, l'existence ou l'absence des grands centres de commercialisation et de consommation influencent de manière significative le développement des zones de production. C'est ainsi que certaines localités telles que Foumbot, et Mbouda qui ne présentent pas des conditions écologiques idéales pour le développement de cette culture sont en réalité des zones à forte production. Il en est de même pour certaines localités de la zone côtière, à l'exemple de Limbé. En revanche, la province de l'Est malgré les conditions de milieu particulièrement favorables peut difficilement être classée parmi les zones de production de safou. Ici c'est la faible densité de population et les habitudes alimentaires qui sont des facteurs limitants.

Le tableau 9.2 ci-dessous donne, suivant les travaux de Isseri (1998) quelques grands centres de commercialisation au Cameroun, ainsi que les zones de production à partir desquelles ces marchés sont approvisionnés.

Tableau 9.1: Quelques zones de production et de commercialisation de safou au Cameroun (D'après Isseri, 1998).

Marché	Zones d'approvisionnement
New-Bell (Douala)	-Toute la province du Littoral - Foumbot -Limbé - Foumban - Mutengene - Bafoussam - Muyuka - Mbouda - Ekona - Yaoundé (Mfoundi et Mvog Mbi) - Kumba - Tonga - Makénéné
Mfoundi (Yaoundé)	- New-Bell - Région Bassa - Obala - Okola - Sa'a - Monatélé - Bafia - Makénéné - Tonga - Bagangté - Région du Sud - Guinée Equatoriale
Bafoussam	- Foumbot - Foumban - Mbouda
Ngaoundéré	- Yaoundé - Obala

Il apparaît dans ce tableau deux grands marchés : le marché de New-Bell à Douala, et le marché du Mfoundi à Yaoundé.

Le marché de New-Bell est, d'après Ndoye (1999) le plus grand centre de commercialisation où convergent et se relayent suivant les périodes de production le plus fort pourcentage de la production de safou.

Le marché du Mfoundi (à Yaoundé) en terme de quantité commercialisée vient en deuxième position, régulièrement approvisionné par les localités



Photo 10. Une vue de la collection de base de Minkoa-Meyos (Station de Nkolbisson).



Photo 11. Une vue de la collection des marcottes de Minkoa-Meyos (Station de Nkolbisson).



Photo 12. Plant de marcotte de 2 ans en fructification.



Photo 13. Safoutiers dans le système traditionnel de cultures associées à Makénéné (Cameroun).

Photo 14 a) inflorescences mâles, b) inflorescences femelles.



Photo 15. Plant greffé de 18 mois dans la collection de Minkoa-Meyos (Station de Nkolbisson).



Photos 16 et 17. Marcottes enracinées et sevrées.



environnantes, en contre saison par les zones d'approvisionnement même du marché de New-Bell.

Le tableau 9.2, donne les quantités et la provenance de safou enregistrées au marché de Mfoundi à Yaoundé pendant 3 mois de Juin à Août 1997.

Tableau 9.2: Quantités et provenances de safou du marché de Mfoundi (Juin-Août 97) D'après Isseri (1998)

Dates	**Zones de provenance**	**Nombre de colis**	**Poids (en tonnes)**
Juin	- Marché de New-Bell	3279	86,89
	(Douala)	1923,5	50,97
	- Région Bassa	1943	51,48
	- Makénéné		
Juillet	- Douala	782	20,72
	- Région Bassa	677	17,94
	- Makénéné	2599	68,87
Août	- Douala	53	1,40
	- Région Bassa	46	1,21
	- Makénéné	453	12
Total		11755,5	311,52

Le système de production en vogue demeure la culture en association dans les cacaoyères, les caféières ou les cultures vivrières (Photo 13, p. 96). Il n'y a donc pas de production ou des zones de production dont les récoltes sont réservées à l'exportation.

Le commerce transfrontalier de safou qui prend de plus en plus de l'ampleur trie dans la production globale en fonction des caractères pomologiques et organoleptiques des fruits.

La tendance à la création de vergers purs sur des grandes superficies observées ces dernières années permettra aux promoteur certainement d'orienter la production beaucoup plus vers l'exportation que vers l'autoconsommation.

CHAPITRE X: AGRONOMIE

10.1. QUELQUES PARAMETRES

10.1.1. Système racinaire

Après la germination de la graine de safou, il se forme un pivot, puis des racines latérales abondantes bien que tardives; celles-ci se répartissent dans la couche humifère du sol. Le processus d'enracinement des plants issus des marcottes est différent, en ce sens que les plants de marcotte sont dépourvus de pivot (Kengue *et al*., 1994, 1998).

10.1.2. Sols

Le safoutier ne semble pas avoir des exigences particulières en ce qui concerne la nature des sols; toutefois il préfère les sols légèrement acides. Une bonne teneur en matières organiques dans les horizons de surface est favorable pour une meilleure croissance et une productivité satisfaisante de l'arbre.

La texture du sol et sa profondeur ont une incidence sur le développement du système racinaire; ces deux caractéristiques favorisent le pouvoir de rétention en eau et assurent à l'arbre une alimentation hydrique suffisante; elles permettent également à l'arbre d'exploiter un grand volume de sol.

10.1.3. Fumure

En l'absence des données d'analyse des sols, et l'inexistence des diagnostics foliaires, qui pourraient permettre de suivre l'évolution des besoins et déceler les carences éventuelles en éléments majeurs et en oligo - éléments, il est difficile, au stade actuel de donner des formules de fertilisation minérale appropriées pour la culture du safoutier.

En général, on sait que l'azote joue un rôle important dans le métabolisme de croissance de différentes espèces végétales, dans la formation des organes végétatifs et dans l'activité photosynthétique, et que la potasse est l'élément dominant dans la fructification. Dans les régions où il est disponible, le fumier de ferme bien décomposé peut être utilisé en fumure de fond lors de la plantation, ou appliqué autour des arbres .

10.2. MULTIPLICATION DE L'ESPECE

Ce sujet a déjà été abordé dans les chapitres précédents. Mais il mérite d'être à nouveau traité dans ce chapitre parce qu'il constitue l'une des principales contraintes agronomiques à la culture du safoutier.

10.2.1. La multiplication par la graine

Les graines de safou, suivant les études de Kengue et Nya Ngatchou (1990), ne se conservent pas au delà d'une semaine après la récolte. Mais lorsqu'elles sont bien conformées, fraîches et non mutilées, les taux de germination sont de l'ordre de 95 à 100 %. Ainsi la mise en place de pépinières, programmée pendant le pic de production ne pose aucun problème quant à la disponibilité et la germination des graines.

Il faut cependant garder à l'esprit, que le safoutier est une espèce aux caractères très diversifiés. Certains sont peu productifs avec des petits fruits au goût aigre, ayant une faible teneur en huile. D'autres sont très productifs, avec de gros fruits à pulpe épaisse, riche en huile au goût apprécié des consommateurs.

A travers la multiplication par semis qui est la technique de loin la plus pratiquée, les cultivateurs cherchent à sélectionner les individus ayant les caractères désirables. Mais la reproduction des caractères parentaux est souvent difficile à assurer.

10.2.2. Difficultes rencontres dans la reproduction des caracteres parentaux

En effet le safoutier est une espèce gynodioïque: Dans les populations actuelles, on trouve des arbres portant exclusivement des fleurs femelles, et des arbres portant à la fois des fleurs mâles et des fleurs hermaphrodites (Photo 14, p. 97). Les travaux de Kengue *et al*. (2001) ont montré que les fleurs hermaphrodites ont la faculté de s'autoféconder et de donner des fruits contenant des graines viables, aptes à germer de manière satisfaisante. Mais les arbres femelles, qui assurent l'essentiel de la production, ont un régime de reproduction forcément allogame: Leur fructification nécessite la présence d'un pollen provenant d'un autre safoutier portant des fleurs mâles.

Un tel mode de reproduction qui implique nécessairement la combinaison du génotype de l'arbre mâle producteur du pollen et celui de l'arbre femelle qui porte le fruit, conduit à une grande hétérogenéité de caractères des individus issus de ces croisements naturels. Ainsi, sélectionné sur la base des caractères de fruits qui sont en réalité des caractères maternels, on obtient rarement dans la descendance le résultat escompté.

Malgré les limites de ce mode de sélection, il a abouti dans certaines zones du Cameroun, à la prédominance d'arbres à fruits exceptionnels quant à leur grosseur, à leur goût et à leur production. Les différences entre ces populations qui ont subi une pression de sélection massale même faible, et les populations d'autres régions qui sont restées à l'état sauvage sont directement perceptibles.

10.2.3. La multiplication végétative

Les premiers travaux de recherche entrepris dans ce domaine sont dus à Philippe (1957) et portaient sur les techniques classiques tels que le bouturage, le greffage, et le marcottage. Ces études ont abouti à des résultats non concluants. L'auteur a attribué cet échec à ''la faible vitalité de l'appareil végétatif '' de l'espèce et conclu que ''le safoutier est une espèce réfractaire à la multiplication végétative classique.''

Depuis lors, de rares efforts faits dans ce domaine sont restés sans résultats probants. Les derniers travaux en date: Mampouya (1991) Kengue et Tchio (1994), Kengue *et al.* (1998) et Youmbi (1991) Avana *et al*. (2001) portent sur le bouturage, le marcottage aérien et sur la multiplication *in vitro*, respectivement. Ces deux dernières années, d'importants progrès ont été réalisés par les chercheurs de l'Institut Camerounais de la Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) sur le greffage du safoutier (Damisse *et al*., 2001). Les perspectives de cette technique ouvriront de nouveaux horizons sur la production en masse de safoutiers greffés produisant abondamment et précocement les fruits de qualités pomologiques et organoleptiques garanties.

10.2.3.1. Le bouturage

Les essais de bouturage du safoutier donnent des résultats comparables à ceux obtenus par l'Elgoual'ch (1986) sur le chêne vert. Dans les tous premiers mois de leur vie (2-6 mois) les jeunes plants de semis se bouturent aisément. Le taux de réussite dans ce cas dépasse parfois 80 % lorsque le bouturage se fait dans des châssis vitrés à l'humidité confinée dans lesquels l'hygrométrie est constamment saturée et où l'humidité du substrat, assurée par l'eau qui monte par capillarité, peut être contrôlée (Avana *et al*., 2001).

Ce taux de réussite flatteur ne présente malheureusement aucun intérêt pratique. En effet, compte-tenu du régime de reproduction essentiellement allogame évoqué au premier paragraphe de ce chapitre, les plants issus de semis, tant qu'il n'ont pas encore produit sont génétiquement aussi inconnus que les graines. Par conséquent personne ne peut prédire la qualité des plants issus de ce type de multiplication. Par ailleurs l'âge ontogénique des boutures à ce stade ne permet pas non plus d'envisager une mise à fruits précoce comme on pouvait s'y attendre pour le cas de boutures issues d'arbres adultes.

Etude de certains paramètres

Au stade actuel des investigations, les boutures prélevées sur des arbres adultes ont une très faible aptitude à émettre des racines adventives. Il en est

de même des boutures issues des rejets de souches et des boutures prélevées sur les rejets après la taille des charpentières.

Les travaux de Kengue et Tchio (1994) réalisés dans les bacs de bouturage ordinaire et avec système de mist avaient permis de tester l'effet d'un certain nombre de paramètres susceptibles d'influencer l'émission de racines adventives:

- Le type de bouture (boutures aoûtées, boutures semi-aoûtées, et boutures vert-chlorophylliennes,
- La longueur de la bouture (L_1 = 10 cm, L_2 = 20 cm, L_3 = 30 cm),
- Le type de substrat S_1 = sciure de bois décomposée et S_2 sciure de bois décomposée (50 %) + terre noire arable (50 %),
- Deux hormones rhizogènes (H_1 = Rootone 10 et H_2 = Exubérone).

Globalement, 3 phénomènes principaux ont été observés:

- Formation d'axes végétatifs sur des boutures,
- Formation de lenticelles à la base des boutures,
- Absence totale de cals cicatriciels et de racines adventives.

La formation des lenticelles à la base des boutures est un phénomène général, aussi bien sur les boutures aoûtées que sur les boutures semi-aoûtées et ne semble pas subir l'influence du type de substrat.

Tous les axes végétatifs formés sur les boutures ont persisté pendant un temps plus ou moins long. Mais tous ont fini par flétrir et se dessécher. Ceci montre que leur croissance s'est faite au détriment des réserves de la bouture et que le flétrissement est la conséquence de l'épuisement de ces réserves, alors qu'aucune structure racinaire n'est mise en place pour prendre le relais.

Lorsqu'on sait que les hormones telles que les auxines et surtout les cytokinines sont synthétisées au niveau des organes foliaires et jouent un grand rôle dans la néoformation des racines (Margara,1984), il y a lieu de s'interroger sur le fait que certains axes végétatifs ayant persisté pendant 3 mois n'aient pas induit la rhizogénèse.

Absence de cal cicatriciel sur les boutures issues d'arbres adultes

Chez les boutures juvéniles issues de jeunes plants en pépinière, la formation de cals est systématique ou presque. Au fur et à mesure que la plante évolue en âge, le taux d'enracinement des boutures diminue alors que le taux de formation de cals reste élevé jusqu'à environ 1 an après le semis.

Théoriquement, la formation du cal est induite par l'isolement du fragment bouturé. Cet isolement entraîne au niveau du point de section de la bouture

des perturbations dues à l'effet traumatique de la blessure, à la rupture des corrélations physiologiques et aux modifications éventuelles de polarité. Toutes ces modifications entraînent généralement l'activation de la base de la bouture au niveau de laquelle s'enclenche la formation d'un cal cicatriciel dont la mise en place est préalable à l'initiation de racines adventives.

Dans certains cas, les racines adventives peuvent aussi être initiées à partir de tissus profonds (cambium) alors, les cellules qui leur donnent naissance subissent une dédifférenciation qui aboutit à la formation de cellules méristématiques primaires.

L'effet stimulateur des axes végétatifs (feuilles et bourgeons) en croissance sur la rhizogénèse est un phénomène bien connu, mais que peut cette activité sans la formation préalable de cals. Au delà de la question fondamentale qui est celle de la rhizogénèse, l'absence de cals sur toutes les boutures adultes pose un autre problème dont dépend celui de la rhizogénèse proprement dite.

10.2.3.2. Le greffage

Le deuxième axe de recherche dans le domaine de la multiplication végétative est le greffage. Les travaux qui se poursuivent actuellement dans nos stations de recherche, portent sur l'écussonnage, le placage, le greffage en fente de côté, et le greffage par approche.

L'écussonnage et le placage

Particulièrement adaptée à la multiplication des agrumes, l'écussonnage a donné chez le safoutier de mauvais résultats. Les safoutiers greffés avec cette technique, sous ombrière ou dans des bacs à humidité confinée ont été un échec total. Les écussons se dessèchent complètement au bout de 3 jours seulement.

S'agissant du placage, on assiste également à un dessèchement rapide des plaques, quelles que soient leurs dimensions. Au stade actuel de nos investigations, il n'a pas été possible de reproduire le moindre plant par écussonnage ou par placage.

Le greffage en double fente de côté

Les tous premiers essais portaient sur les jeunes plants de 3 mois comme porte-greffes et sur des greffons prélevés sur des arbres adultes. Ils ont abouti a un échec total puisqu'on n'a observé aucune soudure de ces greffons; par contre, les mêmes essais utilisant les greffons prélevés sur les jeunes plants (3 à 4 mois) en pépinière, ont permis d'obtenir sous ombrage épais et dans des bacs de bouturage à humidité confinée des taux de réussite de 50 à 70 % (Photo 15, p. 97). Ces résultats suggèrent la nécessité d'obtenir

des greffons juvéniles pour la réussite de l'opération. Pour cela nous avons procédé à la taille des charpentières sur 2 types d'arbres: les arbres adultes issus de semis, et les jeunes plants de marcotte.

Les greffons prélevés sur les rejets des arbres adultes issus de semis ont abouti à de mauvais résultats. Aucun greffon n'a pu reprendre malgré le temps relativement long (2 mois) pendant lequel la plupart de ces greffons sont restés frais.

En ce qui concerne les greffons prélevés sur les rejets de jeunes plants de marcotte, on enregistre un taux de réussite de 12 %.

Ce comportement fort encourageant de cette dernière catégorie de greffons montre qu'il est possible, moyennant quelques manipulations, d'obtenir des greffons juvéniles à partir des arbres adultes. Le caractère juvénile des greffons apparaît ici comme une condition indispensable pour la réussite du greffage. Le taux de réussite élevé obtenu avec des greffons issus de jeunes plants en pépinière est comparable aux résultats obtenus au bouturage. Il ne présente aucun intérêt pratique dans la mesure où ces jeunes plants tout comme les graines dont ils sont issus sont génétiquement inconnus.

Le greffage par approche

Contrairement aux techniques exposées ci-dessus, le greffage par approche n'implique pas le prélèvement de greffons. Il nécessite le déplacement du jeune porte-greffe de la pépinière à l'arbre-mère qu'on désire multiplier. Pour obtenir un grand nombre de rameaux ayant un diamètre compatible au diamètre du porte-greffe, on procède à la taille de charpentières des arbres-mères. Cette taille peut se faire en 2 ou 3 vagues successives jusqu'à ce que les rejets cessent d'être très vigoureux. En ce moment, ces rejets étant forcément situés en hauteur, il faut construire un échafaudage équipé d'une plateforme sur laquelle seront placés les porte-greffes à côté des greffons. Après avoir pratiqué une entaille sur le porte-greffe et le greffon, les 2 sont solidement ligaturés tout le long des entailles. Si le porte-greffe et le greffon sont bien choisis et que l'arrosage est régulièrement assuré, on obtient un taux de réussite de l'ordre de 50 %. Le sevrage intervient 3 à 4 mois après la ligature. Plantés en champs, les plants issus de greffage par approche ont une croissance rapide et une mise à fruit précoce (3 ans); le point de greffe s'estompe rapidement. Ce qui témoigne d'une parfaite compatibilité entre greffon et porte - greffe.

Avec cette technique, on arrive à produire des plants identiques à l'arbre-mère. Mais sa mise en application nécessite beaucoup de temps ainsi qu'un investissement en main d'œuvre qui limitent considérablement la production en masse des plants.

10.2.3.3. Le marcottage aérien

Parmi les techniques classiques de multiplication végétative qui font l'objet de travaux de recherche sur le safoutier, le marcottage aérien est la seule qui donne à ce jour de bons résultats et qui, malgré ses limites est effectivement utilisée pour la multiplication de cette espèce.

Le mode opératoire

C'est une technique simple qui n'implique ni utilisation d'hormones rhizogènes ni réjuvénilisation des rameaux à marcotter. Le mode opératoire amplement illustré dans le manuel de vulgarisation comporte les étapes suivantes:

- Le choix de rameaux à marcotter. Il s'agit de rameaux à bois faiblement aoûté, de diamètre compris entre 4 et 5 cm à la base, de position de préférence verticale ou subverticale.

- Les rameaux ainsi choisis doivent subir une décortication à 10 - 20 cm de la base suivant l'angle d'insertion. La longueur de la zone à décortiquer est de 5 cm tout autour du rameau.

- Après la décortication, la pose de la marcotte peut suivre immédiatement ou intervenir après un intervalle de temps nécessaire pour obtenir la cicatrisation des blessures. Les résultats présentés ici concernent la pose des marcottes tout de suite après la décortication. La pose consiste à appliquer et à maintenir fermement le substrat sur le bord supérieur et sur toute la longueur de la zone décortiquée. Ceci s'obtient en ligaturant les deux bords de la gaine après introduction du substrat. Le substrat peut varier suivant les matériaux disponibles localement. Mais dans tous les cas il doit être léger et avoir une forte capacité de rétention d'eau. Dans les conditions de la zone forestière humide du Cameroun, on utilise les inflorescences mâles de palmier à huile décomposées. La mousse de forêt s'est révélée toute aussi adaptée, mais elle est rare.

- L'enracinement peut intervenir précocement (2 mois) ou tardivement (6 mois) suivant les individus. Dans les mêmes conditions de climats, certains arbres réagissent vite et à 100 % alors que d'autres se montrent plutôt réfractaires au marcottage. C'est pour cela qu'on pense qu'il s'agit d'un comportement d'origine génétique plus ou moins influencé par l'état physiologique de l'arbre.

- Lorsque la marcotte est suffisamment enracinée (Photos 16 et 17, p. 98), elle doit être détachée de l'arbre - mère pour mener grâce à ses racines une vie autonome: c'est le sevrage. Après le sevrage les marcottes

peuvent être plantées directement en champs ou dans les sachets où elles seront entretenues sous ombrage pendant un certain temps avant d'être plantées, lorsque les conditions climatiques sont propices.

Avantages du marcottage

Les arbres issus de marcottes entrent en production précocement soit 2 ans seulement après la plantation. Ils reproduisent les caractéristiques de l'arbre-mère dont ils sont issus. Leurs petites tailles facilitent les opérations de récolte, permettent d'éviter la chute des fruits qui provoque des lésions, détériorent la qualité des fruits et constituent les points de départ de leur dépérissement.

Contraintes de la technique

Les petits rameaux ne supportent pas le traumatisme du à la décortication. Le marcottage des rameaux de 4 à 5 cm de diamètre réduit le nombre de rameaux à marcotter et entraîne au sevrage une mutilation de l'arbre-mère. Pour pallier à cet inconvénient, on procède à l'abattage des charpentières pour provoquer l'émission de nombreux rejets qui serviront ultérieurement pour le marcottage.

Le déséquilibre du système racinaire de certaines marcottes entraîne leur instabilité en champ. Les plants de marcottes comme les plants issus de boutures sont généralement dépourvus de pivot. Lorsque les racines au sevrage sont régulièrement réparties autour de la marcotte, le futur plant ne souffre d'aucun problème de stabilité. Lorsque par contre l'enracinement est irrégulier autour de la marcotte, celle-ci ne résiste pas aux vents, surtout lorsque la partie aérienne développe une biomasse importante de rameaux et de feuilles. Très souvent elle se renverse sur le côté où l'enracinement est déficitaire. Les récents travaux de recherche (Mbondo, 2000) ont montré que l'enracinement irrégulier caractérise les rameaux horizontaux ou subhorizontaux. Il est donc possible de minimiser le problème en posant les marcottes de préférence sur les rameaux verticaux ou subverticaux.

***10.2.3.4. La culture* in vitro**

Les recherches en matière de culture *in vitro* sont dues à Youmbi (1991), Youmbi et Benbadis (1998). Ces auteurs arrivent à provoquer la formation *in vitro* de cals et de racines adventives sur des lobes cotylédonnaires des graines de safou, ainsi que sur des axes cotylédonnaires de jeunes plantules.

Face aux problèmes que posent les techniques classiques de multiplication végétative de cette espèce, on fonde beaucoup d'espoir sur la culture *in vitro* pour la reproduction et la distribution à grande échelle du safoutier.

Au stade actuel, les résultats dans ce domaine présentent un intérêt beaucoup plus fondamental que pratique. Ces résultats deviendront pratiques lorsqu'on réussira à les appliquer sur des organes végétatifs issus des arbres adultes jugés intéressants pour la qualité de leurs fruits.

La lobe cotylédonnaire comme la graine elle-même ne peut servir de matériel végétal pour la sélection et la multiplication. Il en est de même pour des axes cotylédonnaires.

10.3. MALADIES ET RAVAGEURS

10.3.1. Maladies et Ravageurs de feuilles

La plupart des maladies et ravageurs ne sont connus que par leurs symptômes, les positions systématiques de leurs agents ainsi que leurs cycles biologiques n'ayant jusqu'ici fait l'objet d'aucune investigation. Parmi les ravageurs de feuilles, les insectes mineurs des feuilles et la pyrale sont les plus redoutables de par l'ampleur de leurs dégâts. Les périodes de pullulation coïncident généralement avec celles de croissance active pendant lesquelles se mettent en place de nouvelles vagues de croissance.

10.3.1.1. Les insectes mineurs de feuilles

Les larves se développent pendant 5 à 8 jours dans de nombreuses alvéoles formées dans le parenchyme du limbe foliaire et donnent à la surface de la feuille un aspect galeux. Au terme de cette période, les larves se transforment en chrysalides, subissent une mue et sortent sous forme d'insectes volants en laissant de nombreuses exuvies sur la face inférieure de la feuille. Dépourvue de son parenchyme, la feuille, désormais inapte à assurer la synthèse chlorophyllienne arrête sa croissance et tombe au bout de quelque temps. Cette chute entraîne une perturbation du rythme de croissance et de ramification et réduit la vigueur de la plante: la croissance, normalement de type rythmique devient continue et la plante monte en chandelle (Kengue, 1996).

10.3.1.2. La pyrale rouleuse

La pyrale du safoutier est un lépidoptère du genre *Psara pallidalis* (Crambideae ou Pyralideae). Ce redoutable papillon apparaît vers le milieu de la saison sèche (fin décembre dans les conditions de la zone forestière du Cameroun). Il donne naissance à de nombreuses larves qui se nourrissent du parenchyme de jeunes feuilles dont seul l'épiderme et les nervures subsistent. Au bout de 3 jours cette larve qui passe progressivement au stade de vie ralentie, secrète une sorte de soie qui lui permet de rouler la feuille dans laquelle elle se cache après s'être transformée en chrysalide (d'où le nom de pyrale rouleuse).

Les travaux de Kengue (2001) ont révélé l'existence d'un ennemi naturel de ce papillon qui s'attaque à la larve au stade où elle passe en vie ralentie. Elle provoque la mort de la larve et se multiplie au dépens de celle-ci. Il en résulte de nombreuses larves qui donnent naissance à des guêpes du genre *Elasmus* sp. (Elasmideae). La découverte de ce prédateur revêt une grande importance puisqu'elle ouvre les perspectives de lutte biologique contre ce ravageur. Dans ce contexte, la connaissance du cycle biologique du ravageur et de celui de son ennemi naturel sont indispensables pour la programmation et la mise en oeuvre de la lutte biologique.

Il n'y a pas longtemps, les dégâts de ce ravageur étaient observés ça et là, mais n'avait pas d'incidence grave sur la production. En 1998 au Cameroun, l'ampleur des dégâts a été telle que certains observateurs n'ont pas hésité à lui attribuer la responsabilité de la faible production de cette année 1998, jamais égalée depuis plusieurs décennies. En 1998 comme conséquence des dégâts de la pyrale, le kilogramme de safou coûtait plus de 2000 FCFA, conformément à la loi de l'offre et de la demande.

10.3.1.3. Les maladies cryptogamiques

S'agissant des maladies cryptogamiques, les études faites au Gabon montrent que l'anthracnose attaque les feuilles surtout en pépinière. D'après Mouaragadja et Mbatchi (1994) les symptômes se présentent sous forme de taches nécrotiques irrégulières. Le front de progression est une zone vert - foncé, d'aspect huileux. Finalement, les feuilles ainsi attaquées et parfois même les rameaux se dessèchent.

10.3.2. Maladies et ravageurs de fruits

Il existe plusieurs maladies et ravageurs dont la plupart ne sont même pas encore inventoriés, et encore moins étudiés. Parmi ces maladies et ravageurs, on peut citer la gale des fruits et les dégats de *Carpophilus*:

10.3.2.1. La gale des fruits

D'après les travaux de Mouaragadja et Mbatchi (1994), cette maladie commence par une tache brune en dépression. Par la suite, les tissus adjacents se ramollissent et entraînent un affaissement de l'épiderme. Cette maladie déprécie fortement la qualité du fruit en laissant de nombreuses dépressions galeuses sur celui-ci.

10.3.2.2. Les dégâts de Carpophilus

Responsable de la chute pathologique des fruits dans près de 50 % des cas, cet insecte attaque les jeunes fruits environ 45 jours après la nouaison, lorsque l'embryon s'est différencié en lobes cotylédonaires. L'examen des fruits attaqués met en évidence la présence d'une galerie perpendiculaire à l'axe du fruit. Cette galerie traverse tous les tissus et permet à l'insecte d'atteindre la graine dont il se nourrit. Une fois que la graine est attaquée, la chute du fruit devient inévitable. L'insecte responsable de ce dégât est un coléoptère du genre *Carpophilus* sp. (*Coleoptera Nitidulideae*). Les travaux de Dibog et Kengue (1994), soulignent l'ampleur des dégâts de ce ravageur en terme de chute prématurée des fruits. Les photos du manuel de vulgarisation illustrent cette maladie.

10.3.3. Maladies et ravageurs des tiges et des racines

Le borer du tronc est un insecte qui attaque le tronc, généralement au point d'insertion des ramifications. Le premier symptôme de l'attaque est l'écoulement d'une gomme claire et transparente au point de pénétration de l'insecte. A l'intérieur, on observe une larve blanche d'environ 1cm de longueur sur 0.5 cm de largeur. cette larve évolue rapidement et subit des mues qui lui permettent de devenir un insecte adulte. Lorsque les points d'attaque se multiplient, on observe le dessèchement des branches et la mort de la plante. L'identification de cet insecte ainsi que son cycle biologique permettront de faire des recommandations pour la lutte phytosanitaire.

Les maladies racinaires d'origine cryptogamique s'observent essentiellement sur les safoutiers issus de marcottes. Elles se manifestent par le flétrissement de la plante et son dépérissement. Les observations conduites sur la collection des marcottes à Minkoameyos montrent que l'attaque a lieu au niveau des racines qui se dessèchent longtemps avant que la partie aérienne ne se dessèche à son tour.

Une étude en laboratoire devrait permettre d'isoler l'agent responsable de cette maladie, de le cultiver *in vitro,* en vue de décrire et d'étudier son cycle biologique.

10.4. DEFENSE DES CULTURES

10.4.1. Maladies cryptogamiques

D'après les études menées au Gabon, l'anthracnose sur feuilles et sur fruits ainsi que la maladie de la gale du safou peuvent être contrôlées avec des fongicides tels que le mancozèbe et le benlate (Mouaragadja et Mbatchi, 1994).

10.4.2. Dégâts dus aux autres insectes

Carpophilus sp., coléoptère responsable de la chute prématurée des safou peut être combattu avec des insecticides tels que le décis et le thiodan.

Dans tous les cas le choix de la période d'application est important. Comme ces maladies et ravageurs interviennent à des périodes bien déterminées, l'anthracnose au début de la saison des pluies et *Carpophilus* environ 2 mois après la nouaison, un traitement préventif peut être plus efficace. A certaines périodes de l'année (avril à juin dans les conditions de Yaoundé), le traitement peut associer à la fois un fongicide et un insecticide.

Au niveau de la pépinière comme au verger il est conseillé de réduire de moitié les doses recommandées par le fabricant et doubler la fréquence des traitements. En effet, le safoutier a un appareil végétatif fragile qui le rend relativement sensible à la toxicité des produits phytosanitaires, surtout lorsqu'ils sont appliqués à fortes doses. Il est évident que ces recommandations sont données à titre indicatif, la plupart de ces ravageurs n'étant pas encore clairement identifiés et leurs cycles biologiques n'étant pas encore étudiés.

10.5. RECOLTE

10.5.1. Précautions de récolte

A maturité, les safous qui n'ont subi aucune attaque restent attachés au pédoncule. Ce comportement qui diffère de celui des autres fruits comme la mangue et l'avocat permet de programmer la récolte sans précipitation. Mais très souvent, à maturité ces safous sont très appréciés des oiseaux qui peuvent causer de sérieux dommages si la récolte intervient tardivement.

En raison du caractère périssable du safou, il est conseillé:

- de programmer la récolte par temps sec lorsque la rosée s'est complètement évaporée.
- d'éviter la chute des fruits, car toute lésion sur le safou constitue le point de départ de son ramollissement précoce.
- de couper le fruit avec un petit bout de pédoncule. Les fruits ainsi récoltés voient leur durée de vie prolongée.
- de récolter le fruit lorsque celui-ci a complètement acquis la couleur caractéristique de sa maturité, variable suivant les cultivars entre le bleu, le violet, le verdâtre et le bleu foncé.

10.6. RENDEMENT

Le rendement de la production du safou est très variable dans les conditions actuelles de culture:

- matériel végétal tout venant, pouvant comporter une forte proportion d'arbres mâles peu ou pas productifs
- absence de fertilisation et de lutte phytosanitaire

Les populations actuelles de safoutiers peuvent renfermer jusqu'à 50 à 75 % d'arbres de sexe mâle. Ce type d'arbres a généralement une production irrégulière, quantitativement faible. Elle peut se situer entre 10 et 150 kg de fruits/arbre en fonction du taux de fleurs hermaphrodites, variable (de 5 à 95 %) suivant les arbres et d'une année à l'autre. Les arbres femelles quant à eux sont les plus productifs. Ici certains arbres peuvent produire jusqu'à 300 kg de safous par an.

Dans certaines régions du Cameroun où les sols sont enrichis par des cendres volcaniques, le problème de la fertilité du sol ne se pose pas. Les safoutiers peuvent se développer et produire si les autres conditions sont remplies, avec un rendement satisfaisant. Dans d'autres régions où les sols sont appauvris par l'érosion, le manque de fertilité du sol limite le rendement de la production.

Dans tous les cas, la pression parasitaire et phytopathologique de par son effet de dépréciation sur la qualité du safou et surtout sur la chute prématurée des fleurs et des fruits, est un facteur important de baisse de rendement. L'absence de recherche scientifique pouvant permettre de recommander des formulations chimiques efficaces pour la lutte contre les maladies cryptogamiques et les ravageurs du safoutier limite considérablement la quantité et la qualité de la production. Il en est de même de la fertilisation minérale.

On peut ainsi estimer à 50 kg en moyenne par arbre, la production annuelle dans les populations actuelles de safoutiers et dans les conditions traditionnelles de culture.

Les travaux de recherche en cours vont permettre dans un proche avenir, de sélectionner les arbres femelles, ayant un bon rendement aussi bien sur le plan de la qualité et de la quantité de fruits, que du point de vue de la résistance aux principales maladies et ravageurs signalés dans le paragraphe précédent.

En plantant des vergers où l'essentiel des arbres est de sexe femelle, avec quelques arbres mâles servant de pollinisateur (5 %), il sera possible de

doubler le rendement obtenu avec les arbres tout-venant. Les techniques de marcottage aérien et de greffage permettront d'atteindre cet objectif.

10.7. TRANSFORMATION ET CONSERVATION

Très peu de travaux de recherche ont été effectués dans ce domaine. Ceci explique que l'inexistence de techniques de conservation et de transformation du safou soit au stade actuel l'une des principales contraintes au développement de la culture du safoutier.

De consistance ferme à la cueillette, le safou conservé dans les conditions de milieu ambiant se ramollit spontanément au bout de 3 à 5 jours.

Bien que ce ramollissement soit lié à la nature du fruit, il est clair que toute récolte par temps très chaud ou par temps humide prédispose la pulpe de safou à une dégradation accélérée. De même, toute technique de récolte qui entraîne des lésions sur la pulpe provoque une décomposition précoce des fruits.
L'aération des fruits est une exigence sans laquelle il est difficile de conserver le safou au delà même de 48 heures. Pour obtenir cette aération, les safous stockés doivent être étalés sur une surface sèche et propre.

Dans certaines régions du Cameroun, il existe des pratiques traditionnelles permettant de prolonger de manière significative la durée de conservation du safou:

- mélange du citron et du safou dans les mêmes paniers
- introduction de feuilles de papayer au fond des paniers contenant des safous.

Les travaux de Embiri et Nwufo (1990) sur l'effet de la température sur la durée de la conservation de 4 types de fruits de safou, ont conduit aux résultats suivants:

- à la température ambiante, les fruits emballés dans du papier en polyéthylène peuvent être conservés jusqu'à 8 jours, période après laquelle ils subissent une détérioration rapide.
- cette durée de conservation peut être prolongée à basses températures. Mais on observe à partir de - 5°C des lésions dues au froid.
- à 15°C, le safou préalablement trempé dans de l'huile de palme se conserve plus longtemps et garde sa fermeté par rapport à ceux préalablement trempés dans une solution de benlate (bénomyl) à 500 ppm.
- enfin, ces réponses sont variables, suivant les types de fruit.

Au vu de ces résultats, il est tout de même étonnant que les safous emballés dans du papier en polyéthylène où il y a absence totale d'aération, puisse se conserver de manière aussi prolongée. On aurait pu s'attendre au résultat contraire.

Le transport des zones de production vers les grandes zones de consommation doit se faire dans les mêmes conditions d'aération. Ainsi, les filets à grosses mailles constituent le matériel recommandé pour l'emballage aussi bien pour le transport local que pour le transport international entre les pays de la sous-région ou entre ceux-ci et les pays européens tels que la France et la Belgique (Tabuna, 1999).

S'agissant de la transformation, on note que malgré les travaux de recherche aux résultats concordants sur l'extraction de l'huile de safou et les perspectives de son utilisation dans l'industrie cosmétique (Giacomo, 1982; Umoti et Okyi, 1987; Silou, 1994), les efforts actuels dans ce domaine restent encore aux stades expérimental. Aucune unité artisanale ou industrielle de transformation du safou n'est vraiment connue.

La survie et le progrès des plantations industrielles de safoutiers qui semblent s'installer de plus en plus dans certaines zones du Cameroun (Ex. PIM Fruits, Makenene) dépendront de l'aptitude des investisseurs à valoriser les résultats des travaux de recherche dans le domaine de la transformation pour la fabrication du beurre de safou et son utilisation dans l'industrie alimentaire et dans l'industrie du cosmétique

Le paysan consomme et vend du safou pour être uniquement consommé en frais. Mais il ne pourra en tirer le maximum de profit que le jour où ces fruits pourront être conservés au delà de la période de production et où la demande sera plus importante pour l'industrie de transformation du safou.

Ceci n'est pas un rêve car la valeur alimentaire et économique actuelles de cette espèce, encore aujourd'hui peu exploitée, montre qu'elle possède beaucoup de potentialités qu'une volonté politique et un investissement économique même faibles suffiraient à valoriser. L'orientation des activités de L'ONG AGROGAMMA INDUSTRY (Mpungi buyungu 2001) est une initiative sur laquelle les espoirs sour fondés pour combler les lacunes dans le domaine de la transformation.

En raison d'une forte demande, surtout en milieu urbain, le safou constitue une importante source de revenus pour le paysan.

10.8. COMMERCIALISATION

Les travaux de Ndoye *et al.* (1997) sur la commercialisation des produits forestiers non-ligneux (PFNL), de Temple (1999) sur le marché des Fruits et



Photo 18. Marcottes enracinées débarassée du substrat d’enracinement.

Photo 19. a) Marcottes en pépinière.

Photo 20. b) Plante de marcotte 3 mois après le plantation.

Photo 21. c) Marcotte de 18 mois en champ.

Photo 22. d) Marcotte de 20 mois en champ.



Photo 23. Dépérissement d'une marcotte par suite d'une attaque non identifiée au niveau de la racine.



Photo 24. Safous emballés dans les filets.

Légumes au Cameroun et de Tabuna (1999) sur le commerce des produits forestiers non-ligneux d'Afrique Centrale en France et en Belgique ont permis de déterminer les principales zones de production et les principaux circuits de commercialisation du safou.

10.8.1. Mode de collecte

Le safou est collecté sur les marchés de gros ou directement sur pied dans les champs à partir des principales zones de production.

Dans le premier cas, le paysan récolte les fruits et les transporte jusqu'à la place du marché, dans les cuvettes ou les filets. Le prix de la cuvette ou du filet se négocie entre le vendeur et l'acheteur, en fonction de l'offre, de la demande, de la grosseur et surtout du goût des safous.

Dans le deuxième cas, le safou est prospecté directement dans les champs. Ici le contrat d'achat se fait sur la production toute entière de l'arbre non encore récolté. Une fois payé, c'est l'acheteur qui programme la récolte et assure le transport du safou jusqu'aux points de vente.

Dans tous les cas, le transport se fait des grandes zones de production vers les villes qui constituent des grands centres de consommation et les points d'embarquement pour l'exportation dans la région ou en Europe.

10.8.2. Les acteurs de la filière

C'est une filière informelle (sans régulation étatique). Entre le producteur et le consommateur, il existe plusieurs intermédiaires: les démarcheurs, les grossistes et les détaillants. Les démarcheurs sont en général les correspondants locaux dont la tâche est de mettre les grossistes en contact avec les paysans qui produisent les safous de meilleure qualité. Dans cette chaîne, les femmes sont fortement représentées au niveau du marché de détail, alors que les hommes sont beaucoup plus impliqués dans le marché de gros.

La vente des fruits cuits à la braise et prêts à la consommation représente une partie importante du marché de détail, génératrice d'importantes marges bénéficiaires.

10.8.3. Echanges inter - régionaux et fluctuations saisonnières de la production au Cameroun

Le Cameroun bénéficie d'une vaste gamme de conditions agroclimatiques qui expliquent l'étalement dans le temps de la maturation du safou entre les différentes régions (ou zones de production).

Les fruits parvenus à maturité s'observent dans la zone côtière à partir du mois d'Avril. A cette époque, on assiste à d'importants flux de marchandises de cette zone côtière vers les grandes agglomérations à l'intérieur du pays. Ainsi, la quasi totalité des safous consommés en cette période à Yaoundé provient de la région côtière du Mungo, de la Sanaga-Maritime et de certains départements du Sud-Ouest. La partie septentrionale, y compris la région de l'Adamaoua sont alors peu approvisionnées en raison de l'offre encore insuffisante et de la distance.

A partir de la fin du mois de Juin la quantité des récoltes augmente dans la zone forestière à pluviométrie bimodale et atteint son pic vers la fin du mois de Juillet. A cette période on assiste à un changement dans le sens du flux. La région côtière qui tend vers la fin de sa période de production commence à être approvisionnée par les régions du Centre et du Sud.

La région d'altitude des hauts plateaux de l'Ouest est la dernière à entrer en production vers la fin du mois d'Août. Les flux des produits sont alors orientés de l'Ouest vers le reste du pays et surtout vers les villes qui sont des grands centres de consommation.

Les travaux de Ndoye *et al.* (1997) sur le commerce des produits forestiers non ligneux au Sud Cameroun estiment qu'en moyenne 450 tonnes de safou sont commercialisées chaque année pour une valeur de 301.550.000 FCFA. Ces valeurs semblent largement sous-estimées, puisque l'étude ne porte que sur un nombre limité de marchés et sur une partie de la période de production. De plus, elle ne tient pas compte des quantités consommées directement par les producteurs.

10.8.4. Fluctuations des prix

Les prix sont étroitement liés aux fluctuations saisonnières de la production. Au mois d'Avril lorsque les fruits apparaissent sur le marché, les prix sont particulièrement élevés, de l'ordre de 1.000 FCFA/kg (Temple, 1999). Ces prix baissent progressivement au fur et à mesure que l'offre devient importante. Lorsque la production après avoir atteint son pic amorce une courbe descendante, on assiste donc à une hausse progressive du prix qui, à la fin de la saison est aussi élevé qu'au début.

10.8.5. Le marché international de safou

Les plus importants courants d'échange au niveau de la sous-région se situent entre le Cameroun, le Congo, le Gabon, la Guinée Equatoriale et le Nigeria (Temple, 1999). Ces échanges se font par voie terrestre, aérienne, ou maritime. Il est difficile, en l'absence de données statistique sur les quantités commercialisées d'en donner des chiffres précis. Temple (1999), estime à 89 tonnes la quantité commercialisée en direction du Gabon en 1998.

S’agissant des exportations en Europe, Tabuna (1999) estime à 105 tonnes les exportations de safou en Europe (France et Belgique). Parmi les 105 tonnes, 100 tonnes proviennent du Cameroun, 3 de la République Démocratique du Congo et 2 de la République du Congo. Ils sont vendus sur les marchés ethniques tels que Château Rouge à Paris au prix de 50 FF/kg environ.

CHAPITRE XI: SITUATION ACTUELLE

En faisant un état des lieux sur la culture du safoutier, on se rend compte que malgré l'insuffisance de connaissances scientifiques sur cette espèce, des progrès notables ont été réalisés au cours des siècles grâce à la sélection massale. Il est évident que la production des safous reste marquée par des contraintes qui limitent considérablement la production et le développement de cette culture. Ce chapitre relève les contraintes à différents niveaux de la filière et évoque un certain nombre d'initiatives en cours, à l'échelon national ou international, visant à lever ces contraintes.

11.1. CONTRAINTES A LA PRODUCTION DES SAFOU

D'après Nya Ngatchou (1998) ces contraintes se situent essentiellement à 3 niveaux:

11.1.1. Contraintes d'ordre biologique

Bien que important comme espèce à usages multiples, le safoutier est resté pendant longtemps en marge du champs d'investigations scientifiques.

En 1985, l'Institut de la Recherche Agronomique (IRA) du Cameroun initie un Programme de Recherche sur le safoutier. L'un des objectifs prioritaires de ce programme était d'étudier le cycle de reproduction de cette espèce ainsi que les mécanismes de fécondation et de fructification, considérés comme connaissances de base, indispensables à la mise au point d'un schéma d'amélioration.

Les premiers travaux ont porté sur la prospection et la mise en place de deux collections de base : la collection de Nkolbisson dans la zone forestière a pluviométrie bimodale, et la collection de Barombi-kang dans la zone forestière à pluviométrie monomodale.

Les travaux de Kengue (1990) ont permis de faire la lumière sur un certain nombre de points tels que la répartition des sexes, les mécanismes de pollinisation et de fécondation, la morphologie et l'architecture de l'arbre. On a pu ainsi comprendre pourquoi les safoutiers, reproduits par graines, changent de caractères d'une génération à l'autre et aussi pourquoi certains arbres malgré les conditions particulièrement favorables du milieu dans lequel ils sont plantés ont toujours une production irrégulière.

En dépit de ces résultats intéressants, il subsiste sur les plans biologique et physiologique de nombreux points non encore élucidés:

- les facteurs physiologiques influençant la chute prématurée
- la variabilité génétique
- la délimitation variétale au sein de l'espèce.

A ces lacunes, il faut ajouter la difficulté non encore surmontée de la mise au point d'une technique de rejuvénilisation du matériel végétal en vue de son utilisation pour la multiplication végétative. Ce dernier aspect constitue actuellement l'obstacle majeur au greffage du safoutier, technique sur laquelle sont fondés de nombreux espoirs pour la multiplication en masse des plants sélectionnés.

11.1.2. Contraintes aux plans agronomique et technologique

En l'absence d'analyse foliaire, on ignore tout ou presque des besoins en éléments minéraux pour la croissance et le développement du safoutier. De plus, il n'y a aucun programme de recherche en cours sur la fertilisation de cette espèce. Les techniques culturales restent traditionnelles et n'impliquent pas l'utilisation d'engrais. Lorsque ceux-ci sont utilisés dans certains vergers de création récente, ils le sont de manière aléatoire aussi bien pour les types d'engrais a utiliser que pour les doses à appliquer.

Il est nécessaire de mettre à la disposition des agriculteurs et pour différentes zones écologiques, des fiches techniques portant sur la production de plants en pépinières, la mise en place de vergers, l'entretien des vergers et la lutte phytosanitaire.

Après la récolte, des pertes considérables sont généralement enregistrées tant au niveau des producteurs qu' à celui des commerçants. On sait en effet que la durée de conservation du safou à la température ambiante ne dépasse guère 5 jours. Ces pertes sont encore plus élevées lorsque le safou doit être transporté des zones de production vers les centres de consommation.

Seule la mise au point d'une technique de conservation prolongée ou de transformation en beurre et en huile de safou peuvent réduire les pertes post-récoltes et encourager la culture à grande échelle pour une meilleure rentabilité de cette espèce. Les travaux de recherche en cours dans nos différentes Universités et Centres de Recherche permettent d'apporter un début de solution à ces problèmes.

11.1.3. Contraintes au plan économique

Les statistiques agricoles des services compétents des Ministères de l'Agriculture, de l'Economie et du Commerce se limitent aux grandes cultures de rente. Elles font rarement mention du safou et des autres produits forestiers non-ligneux.

Ainsi le commerce à l'exportation se fait dans des circuits informels à régulation non-étatique. Aucune étude agro-économique n'a été faite sur la rentabilité d'un verger et encore moins sur les mécanismes de fixation des prix. Les seuls résultats très préliminaires dans ce domaine sont dus aux récents travaux de Ndoye *et al.* (1997), Temple (1999), Tabuna (1999). Pour promouvoir le marché interne et les exportations du safou, un effort doit être fait aux fins de disposer des données statistiques sur les quantités produites, les quantités consommées et les quantités commercialisées ainsi que les informations sur les niveaux respectifs de l'offre et de la demande. L'importante variation observée sur les caractères pomologiques et organoleptiques influence la variation des prix. La détermination de la corrélation qui existe entre ces deux paramètres orienterait le travail du sélectionneur sur les caractéristiques des fruits à sélectionner pour répondre aux besoins de l'industrie et du consommateur.

11.2. INITIATIVES EN COURS

On observe au niveau des institutions Universitaires et des Centres de Recherche de la sous-région, un intérêt de plus en plus important dans les travaux de recherche sur le safoutier et sur les produits forestiers non ligneux en général. On note le même intérêt au niveau de certains organismes du CGIAR tels que le CIFOR, l'ICRAF, le Centre International des Cultures sous-utilisées (ICUC), basé à l'Université de Southampton au Royaume Uni d'Angleterre.

11.2.1. Au niveau des organismes nationaux

A l'IRAD au Cameroun, la recherche sur le safoutier est devenue l'une des opérations prioritaires depuis le Conseil de Direction de 1985. Malgré la baisse drastique des crédits alloués à la recherche depuis plus de 15 ans, des résultats intéressants ont été obtenus dans ce domaine grâce aux modestes bourses de recherche bien que intermittentes, et de valeurs très limitées. Les travaux se poursuivent dans le domaine de la biologie et de la physiologie.

A l'Université de Ngaoundéré, l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Agroalimentaires (ENSAI) conduit d'importantes opérations de recherche sur la conservation du safou et la technologie post-récolte, cet aspect étant considéré à juste titre comme l'une des contraintes majeures à la promotion de la culture du safoutier.

Au Gabon, à l'Université des Sciences et Techniques de Masuku (France-ville) les travaux sont axés sur la défense des cultures, plus particulièrement sur les maladies cryptogamiques des organes végétatifs et des fruits.

Au Congo Brazzaville, avant les troubles socio-politiques qui ont secoué le pays ces deux dernières années, d'importants travaux de recherche sur la

composition chimique du safou étaient en cours au laboratoire d'Etudes Physico-chimiques de la Faculté de Sciences de l'Université Marien Ngouabi.

A cette liste il faut ajouter un certain nombre d'Universités Nigérianes telles que l'Université Fédérale de Technologie de Yola, et l'Université d'Umudike qui s'intéressent aux recherches sur le safoutier, notamment dans le domaine de l'agroforesterie.

11.2.2. Au niveau des organismes du CGIAR

Dans cette catégorie on peut citer l'ICRAF et de CIFOR. Malgré une prise de conscience relativement tardive, on note comme un signe positif, que le safoutier est devenu depuis 3 ans l'une des espèces prioritaires des programmes de recherche sur la domestication des arbres pour l'Agroforesterie. Le CIFOR, particulièrement orienté vers les aspects socio-économiques a permis grâce à ses travaux sur le commerce des produits forestiers non ligneux dans la zone forestière humide du Cameroun, d'avoir des informations préliminaires sur les zones de production et les circuits de commercialisation.

11.2.3. Le réseau ASANET

L'implication des institutions de recherches aux thèmes variés mais complémentaires a favorisé l'idée de la création d'un cadre permanent de concertation, de collaboration et d'échange d'idées en vue de la promotion de la culture du safoutier.

Emise pour la première lors des journées scientifiques de Brazzaville en 1991, cette idée a été mûrie et élaborée au cours des trois séminaires internationaux sur la valorisation du safoutier tenus respectivement à Douala (1994) à Ngaoundéré (1997) et à Yaoundé (2000). Au cours de la rencontre de 1997, les textes organiques ont été finalisés et adoptés et un Bureau de Coordination mis en place.

A ce jour le réseau africain de recherche sur le safoutier et autres oléagineux non-conventionnels, en Anglais ‘’African Safou Network’’ (ASANET) compte 66 membres. Il édite un bulletin de liaison semestriel qui fait le point de l'actualité sur les activités du réseau et de ses membres. La troisième conférence du Réseau ASANET qui s'est tenue au début du mois d'octobre 2000 ouvrira sans aucun doute de nouveaux horizons pour la promotion de la culture du safoutier.

CHAPITRE XII: IMPACTS FUTURS

A quels impacts peut-on s'attendre du développement de la culture du safoutier, sur le plan économique et social et sur le plan de l'environnement?

12.1. SUR LE PLAN DE L'ENVIRONNEMENT

La sédentarisation et l'intensification de la culture du safoutier comme celle de la plupart des produits forestiers non ligneux permettraient de satisfaire la demande de plus en plus croissante, de réduire l'agriculture itinérante sur brûlis et la pression qu'exercent les populations sur la forêt par l'exploitation abusive de ces produits.

La rusticité du safoutier et les possibilités de son utilisation pour la lutte contre l'érosion sur des sols marginaux, constituent quelques aspects positifs liés aux problèmes environnementaux (Okorie, 1998).

Dans les systèmes de cultures associées, en plus de l'ombrage que le safoutier apporte aux espèces pérennes ou annuelles, il fournit une importante quantité de litière qui contribue à maintenir la fertilité du sol par l'amélioration de son statut organique (Nzebule *et al*., 2001).

12.2. AUX PLANS ECONOMIQUE ET SOCIAL

L'intérêt économique de la culture du safoutier a été longuement souligné aussi bien dans la forme d'exploitation actuelle que pour les multiples possibilités de son utilisation. Essentiellement exploité pour la consommation, de nombreuses études montrent que l'huile de safou sera dans l'avenir une importante matière première pour l'industrie alimentaire et pour l'industrie cosmétique. Cela offrira à nos paysans une alternative salutaire au problème des cultures de rente traditionnelles (cacao, café, etc.) qui connaissent depuis bientôt deux décennies une contre performance sans précédent sur le marché international. Aujourd'hui déjà, dans certaines régions du Cameroun, l'importance des transactions et la présence du safou pendant plus de la moitié de l'année, montrent que cette culture a, au plan économique pris le pas sur les cultures de rente.

En plus des utilisations de divers organes en pharmacopée traditionnelle, le développement économique du safoutier aura un impact social par la réduction de la pauvreté et l'amélioration du niveau de vie des paysans.

CHAPITRE XIII: DOMAINES PRIORITAIRES DE RECHERCHE

Au terme de ce travail, on peut se rendre compte du nombre limité de références bibliographiques citées. Ceci s'explique par le fait que plusieurs domaines de recherche n'ont pas encore fait l'objet d'une investigation scientifique sérieuse. On note également que les quelques références citées sont à 95 % récentes, publiées au cours des dix dernières années. Ce qui montre une prise en compte de plus en plus confirmée de cette espèce dans la programmation et l'exécution des recherches. Ce dernier chapitre suggère quelques axes de recherche jugés prioritaires pour le développement de la culture du safoutier.

A cet égard, la communication de Nya Ngatchou (1998) sur les enjeux et les perspectives de la production du safou en Afrique Centrale, donne quelques pistes d'orientation fort pertinentes sur les recherches à entreprendre dans différents domaines de la filière safou.

Un accent particulier devra être mis sur la recherche dans certaines disciplines tels que l'agronomie, la biologie de la reproduction, l'amélioration génétique, la défense des cultures, l'écologie et la technologie post récolte. L'intensification de la culture du safoutier par la création des vergers, implique nécessairement que soient mis au point des itinéraires techniques appropriés, pour assurer le maintien de la fertilité des sols et la protection phytosanitaire.

13.1. DANS LE DOMAINE DE LA BIOLOGIE *SENSU LATO*

13.1.1. Collecte et conservation du matériel génétique

Les seules collections ou banques de gènes existantes sont celles de Minkoameyos, (station de Nkolbisson, Cameroun), et de Barombi-Kang dans la banlieue de Kumba mises en place et gérées par l'Institut camerounais de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD). Le matériel végétal est issu de prospections dans certaines zones écologiques du pays, et d'un petit nombre d'accessions d'origine congolaise, prospectées dans la région de Brazzaville. Un effort devrait être fait en vue:

a) D'assurer la sauvegarde de la diversité génétique dans chaque pays de l'aire de répartition du safoutier par la collecte et la conservation dans des banques de gènes ; élargir ainsi la base génétique du safoutier. Le caractère récalcitrant des graines de safou rend difficile la conservation sous forme de collections mortes. En attendant que les moyens soient trouvés pour entreprendre la cryopréservation, la conservation ne peut

se faire que sous forme de collections vivantes dont l'entretien exige d'importants moyens humains, matériels, et financiers.

b) De veiller à ce que le matériel génétique ainsi collecté soit non seulement conservé mais caractérisé et évalué en vue de son utilisation par les sélectionneurs. La caractérisation implique l'élaboration préalable d'un descripteur (suivant les directives de l'Institut International de Ressources Phytogéniques, IPGRI), outil indispensable pour l'inventaire des collections, leur évaluation, l'échange d'informations sur les ressources génétiques. Elle permettra en même temps de mettre de l'ordre dans la systématique d'une espèce à caractères très variables et d'établir une délimitation variétale au sein de cette espèce.

A long terme, la prospection du safoutier dans toute son aire d'origine permettra d'élargir sa base génétique et celle des espèces sauvages apparentées: (*Dacryodes macrophylla, Dacryodes buettneri, Dacryodes klaineana, Dacryodes camerunensis* etc.).

13.1.2. La culture *in vitro*

La difficulté signalée plus haut en ce qui concerne la conservation des semences implique la nécessité de mettre au point une technique de culture *in vitro* dans l'optique de la cryopréservation. En plus de cet aspect, cette technique permettrait de surmonter les difficultés rencontrées dans la multiplication végétative classique.

Il s'agira de mettre au point les milieux de culture, de déterminer l'organe approprié de la plante, son stade de développement, les conditions de température et d'éclairement.

13.1.3. Biologie de la reproduction sexuée

Les travaux de Kengue (1990) portant sur la morphologie et la biologie florale ont permis d'établir des connaissances de base sur:

- la séparation des sexes entraînant un régime de reproduction essentiellement allogame.
- La répartition de sexes (ou sex ratio).
- La faune entomologique responsable de la pollinisation.
- Les taux de nouaison en pollinisation libre et en pollinisation artificielle.
- Les mécanismes de fécondation, de formation du sac embryonnaire et de développement de l'embryon.
- La morphologie et le mode de construction architecturale du safoutier.

Les travaux de Kengue *et al*. (2001) ont permis de mettre en évidence, l'autocompatibilité des fleurs hermaphrodites ayant à la fois les étamines et

l'ovaire fonctionnels, et de conclure que pour ce type de fleurs, l'allogamie est facultative.

Malgré ces résultats intéressants, de nombreuses interrogations subsistent:

- Le comportement sexuel des arbres se maintient d'une année à l'autre, alors que la proportion de fleurs hermaphrodites chez les arbres dits mâles varie d'une année à l'autre. Cette variation est-elle influencée par les facteurs climatiques ou pédologiques tel que la nutrition minérale.

- L'allogamie étant de règle pour les arbres femelles et facultative pour les arbres hermaphrodites, existe-t-il une inter incompatibilité entre certains individus au sein d'une population de safoutiers comme c'est le cas chez certaines espèces de rosacées fruitières en régions tempérées, ou chez l'olivier, ou encore chez certaines espèces tropicales comme le cacaoyer? Si cette inter incompatibilité existe, est-elle due à une hétérologie dans la structure chromosomique ou à d'autres raisons telles que le décalage dans le cycle de floraison?

- En dehors des études faites par Kengue (1988) qui ont permis d'avoir une estimation du nombre chromosomique, tout reste à faire dans le domaine de la cytogénétique afin d'établir entre autres la cartographie génétique du safoutier.

- On sait, sur un tout autre plan, que le bouturage et le greffage de jeunes plants en pépinière réussit à presque 90 %, alors que jusqu'ici on n'a pas encore pu greffer ou bouturer un rameau adulte. Ceci implique que soit mise au point une technique permettant d'obtenir des boutures ou des greffons juvéniles à partir d'arbres adultes génétiquement connus. Cela passe par des manipulations pouvant permettre d'obtenir des boutures ou des greffons de bas âge chronologique sur des individus âgés. Parallèlement à la technique de ''greffage en fente de côté'' qui a permis d'obtenir ces résultats préliminaires, il faudrait entreprendre des études systématiques sur des techniques classiques de greffage: ecussonnage avec ses diverses variantes, placage, greffage en tête, etc. Bien que les premiers résultats sur le marcottage soient prometteurs, des efforts restent à faire en ce qui concerne l'ancrage racinaire. En l'absence d'un pivot, les arbres obtenus par marcottage présentent en plantation une faible stabilité mécanique, qui accroît les risques de renversement et de dépérissement en saison sèche.

- Approfondir les connaissances sur le mode de reproduction du safoutier en général, et, en particulier sur le déterminisme génétique des sexes. Les arbres femelles assurant l'essentiel de la production dans un verger, il faudrait mener des études en vue de la détermination précoce du sexe, si possible en pépinière. Dans le même ordre d'idées déterminer:

- La proportion d'arbres femelles et d'arbres hermaphrodites dans une population issue d'arbres femelles, et dans une population issue d'arbres hermaphrodites.

- La répartition des sexes dans une population issue d'un arbre hermaphrodite auto fécondé.

- La répartition des sexes dans une population issue du croisement entre deux arbres hermaphrodites ainsi que la répartition des sexes dans une population issue d'un croisement entre un arbre femelle et un arbre mâle.

13.1.4. Agronomie, techniques culturales

Il n'y a aucun programme de recherche en cours sur la fertilisation du safoutier. Les analyses foliaires n'étant pas encore faites, on ignore tout ou presque des exigences de cette espèce en ce qui concerne la nutrition minérale. D'où la nécessité d'entreprendre une étude afin de faire des recommandations appropriées sur les formulations de fertilisation minérale.

En ce qui concerne les techniques culturales, une étude devrait permettre de définir pour chaque zone écologique:

- les densités de plantation.
- la période de mise en place des pépinières et des vergers.
- le mode de plantation.
- les méthodes spécifiques d'entretien et de lutte contre les maladies et les ravageurs.
- ainsi que les systèmes de production (associations culturales).

13.1.5. Défense des cultures

Les maladies et les ravageurs du safoutier doivent être inventoriés. Pour chaque maladie:

- identifier l'agent causal
- décrire les symptômes
- étudier le cycle biologique du parasite.
- étudier l'épidemiologie
- déterminer les molécules efficaces pour combattre ces agents ainsi que les périodes, les fréquences et les doses de traitement.
- Examiner les possibilités de lutte biologique pour certains ravageurs tels que la pyrale rouleuse du safoutier qui est un lépidoptère du genre *Psara pallidalis*, parasité au stade larvaire par un autre insecte du genre *Elasmus* sp. (Elasmideae), Kengue *et al.,* 2001.

Parmi les ravageurs du safoutier, on peut mentionner le borer des tiges, sa capacité à provoquer le dépérissement de l'arbre en fait un ravageur redoutable qui mérite d'être étudié pour être mieux combattu.

Les connaissances ci-dessus permettront la caractérisation des individus sur le plan de la sensibilité ou de la résistance à ces maladies et ravageurs. Elle doivent aussi permettre de délimiter les zones écologiques de prévalence de chacun d'entre eux.

13.1.6. Conservation et technologie post-récolte

Les pertes dues au manque de technique appropriée de conservation sont estimées à 50 % de la production totale.

Les recherches dans ce domaine doivent aboutir:

- à la mise au point d'une technique de récolte qui minimise les risques de ramollissement précoce et prolonge la durée de conservation du safou,
- à déterminer les conditions d'emballage et de transport favorables à la conservation de la fermeté et de qualité des fruits,
- à la mise au point d'une technique d'extraction du beurre de safou pour l'industrie alimentaire et l'industrie cosmétique.

13.1.7. Volet socio-économique et nutritionnel

Compte tenu de la place qu'occupe le safou sur les marchés dans la sous-région, il est nécessaire de réaliser les études en vue d'une meilleure connaissance de la filière safou:

- déterminer les grandes zones de production,
- pour chaque zone, déterminer la période de récolte, les quantités produites, les quantités directement consommées et les quantités commercialisées,
- déterminer pour chaque zone les prix pratiqués ainsi que les mécanismes de fixation des prix.

Dans son étude sur les plantes alimentaires de l'Ouest africain, Busson (1965) a montré l'intérêt du safoutier en tant que plante alimentaire; les recherches en nutrition doivent viser non seulement à mieux préciser la valeur nutritive de ce fruit, mais aussi et surtout à dégager les possibilités de diversification des modes d'utilisation du safou.

Mener les recherches en ce qui concerne l'activité pharmacologique (effets secondaires, toxicité éventuelle), des principes actifs contenus dans les divers organes ou parties de l'arbre (feuilles fraîches ou séchées, tiges, fleurs, fruits, écorce de tige ou de racine…), recherches qui devraient aboutir

à une utilisation rationnelle des différents organes de l'espèce dans la pharmacopée: formes, doses, fréquences.

13.1.8. Le schéma de sélection

Les recherches doivent permettre la mise au point d'un schéma de sélection avec une composante de sélection générative et une composante de multiplication végétative qui prennent en compte:

- les mécanismes biologiques de la reproduction sexuée et de la multiplication végétative,
- les caractéristiques phénologiques, pomologiques et organoleptiques ainsi que les préférences des consommateurs,
- les caractéristiques technologiques,
- la sensibilité ou la tolérance aux maladies et ravageurs,
- l' adaptation aux conditions défavorables de sol ou de climat.

Tenant compte de la modicité des moyens économiques des paysans, sélectionner des cultivars qui, en plus d'un haut potentiel de production, présentent une bonne rusticité, résistance aux maladies et ravageurs, adaptés aux conditions édapho climatiques

En fonction des objectifs à atteindre et du matériel végétal disponible, cette sélection pourrait faire intervenir dans la composante de la sélection générative, le long processus de croisements pour l'obtention de lignées pures par rapport à certains caractères bien définis et la composante de multiplication végétative pour la multiplication et la distribution à grande échelle des plants.

REFERENCES

Anonyme (1985) The potential use of *in vitro* storage for temperate fruit germplasm. International Board for Plant Genetic resources status report, 21p.

Aubreville, A. (1962) Flore du Gabon n°3 *Irvingiaceaes*, *Simaroubaceaes*, *Burseraceaes*. Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, 101 p.

Avana, T. M. L. A., Tchoundjeu, Z., Bell, J. M., Tsobeng, A., Abéga, J. (2001) Multiplication végétative de *Dacryodes edulis* (G.Don) Lam: Effet du type de substrat et du la stimulation hormonal sur l'enracunement de boutures juvéniles sous châssis de propagation. *In* Kengue, J., Kapseu, C. et Kayem, G. J. (éds.) Actes du 3e Seminaire International sur las valorisation du safoutier et autres oléagineux non-conventionnels, Yaoundé, 3-5 Octobre 2000.

Avouampo, E. (1996) Contribution à l'étude de la valorisation alimentaire du safou: Transport, stockage, procédés de séchage des pulpes et d'extraction d'huile rapport de fin d'études 16 p.

Bezard, J., Silou, Th., Kiakouama, S. and Sempore, G. (1991) Variation de la fraction glycéridique de l'huile de safou avec l'état de maturité du fruit. Revue Francaise des Corps gras (38): 7-8, 21.

Bourdeaut, J. (1971) Le safoutier *Dacryodes* (*Pachylobus*) *edulis. Fruits*, 26(10): 663-665

Busson, F. (1965) Les plantes alimentaires de l'Ouest Africain. Etudes botaniques, biologiques et chimiques. Edition Leconte, Marseille 569 p.

Champagnat, P., Barnola, P. et Lavarenne, S. (1971) Premières recherches sur le déterminisme de l'acrotonie chez les végétaux ligneux. *Annals des Sciences*, 28(1): 5-22.

Champagnat, P., Ozenda, P. et Baillaud D. L. (1969) Biologie Végétale Tome III. Croissance, Morphogenèse, Reproduction. Masson et Cie, Paris 510 p.

Crabbe, J. (1976) Surprises et promesses sur l'élaboration de la forme chez les végétaux ligneux, le Fruit Belge, 374: 35-91.

Crabbe, J. (1980) Intervention de la dormance des bourgeons dans le développement de la ramification des végétaux ligneux. *Bulletin de la Société Botanique de France*,127, *actualité Botanique*. (2): 71-78.

Crabbe, J. (1986) Hiérarchie et opportunisme dans le développement de l'appareil caulinaire des arbres. Approches morphogénétiques concernant les facteurs régissant la ramification. *In Naturalia monspellensia,* colloque international sur l'Arbre, Montpellier, 339-350.

Damesse, F., Kengue, J., Ducelier, D. et Kuaté, J. (2001) Le greffage du safoutier (*Dacryodes edulis*): défis et perspectives. *In* Kengue, J., Kapseu, C. et Kayem, G. J. (éds.) Actes du 3e Seminaire international sur las valorisation du safoutier et autres oléagineux non-conventionnels, Yaoundé, 3-5 Octobre 2000.

De la Roussilhe, F. (1980) Le Manguier. G.P. Maisonneuve et Larose, Paris, 312 p.

Dibog, L. et Kengue, J. (1994) *Carpophilus* sp. (*Coleoptera nitidulidae*): un ravageur du safoutier. *In* kengue J. et Nya Ngatchou J., (éds). Actes du Séminaire International sur la valorisation du safoutier, Douala, 4 - 6 Octobre 1994: 169-174

Dumas, C., Adrienne, E., Clarke, Knox, B. R. (1984) La fécondation des fleurs. La recherche 15 (161): 1518-1526.

Edelin, C. (1984) L'architecture monopodiale, l'exemple de quelques arbres d'Asie tropicale. Thèse, Univ. de Montpellier II, 258 p.

Elgoual'ch, M. (1986) Modification de l'aptitude à la multiplication végétative chez le chêne vert . *In Naturalia Monspeliensia,* Actes du Colloque International sur l'Arbre 9-14 septembre 1985 à Montpellier 399-414.

Emebiri, L.C. et Nwufo, M. I. (1990) Effect of fruit type and storage treatments on the biodeterioration of African pear (*Dacryodes edulis*) (G.Don) H.J. Lam). *International Biodeterioration*, 26: 45-50.

Fahn, A. (1982) Plant anatomy. Third edition, Pergamon Press, New-york, 544 p.

Gaillard, J. P. (1987) L'avocatier, sa culture, ses produits. ACCT, G.P. Maisonneuve et Larose (éds) Paris 419 p.

Giacomo, R. (1982) Biologie florale du safoutier au Gabon. Projet FAO/ CIAM 8p.

Grison, R. (1978) Notes sur les fleurs de l'Okoumé (*Aucoumea klaineana* Pierre, Burseraceae). *Adansonia*, 2, 8(4): 475-503.

Guillaumin, A. (1910) Les produits utiles des Bursséraceaes: bois, myrrhes, encens, elemis et leurs applications industrielles et pharmaceutiques. A. Challamel ed. Paris, 25-67.

Hallé, F. et Martin, R. (1968) Etude de la croissance rythmique chez l'hévéa (*Hevea braziliensis*). Euphorbiacée-Crotonoïdée. *Adansonia*, 2, 8(4): 475-503.

Hallé, F., Oldeman, R. A. A. et Tomlinson, P. B. (1978) Tropical trees and forest, an architectural analysis. Springer Verlag, Berlin 441 p.

Hutchinson J. Dalziel J.M. (1937) The useful plants of West Tropical Africa. The crown Agent for the colonies. London, 612p.

Hutchinson, J. et Dalziel, J. M. (1958) The useful plants of West Tropical Africa. (2) 2, The crown agent for the colonies, London 612 p.

Isseri, F.G. (1998) Etude phytogéographique du safoutier (*Dacryodes edulis*) et quantification de la production du safou au Cameroun. Mémoire de Maîtrise, Université de Ngaoundéré 69 p.

Kapseu, C. et Tchiegang, C. (1994) Contribution à l'étude de la composition de l'huile de 2 types de safou. *In* J. Kengue et J. Nya Ngatchou (éds.) Actes du Colloque régional sur la valorisation du safoutier 4-6 octobre à Douala, 104-114.

Kengue, J. (1986) Rapport de stage sur les techniques de cytologie et d'électrophorèse sur le safoutier, Laboratoires de cytogénétique et d'électrophorèse, CIRAD Montpellier, 38 p.

Kengue, J. (1990) Le safoutier (*Dacryodes edulis*) (G. Don) H. J. Lam: Premières données sur la morphologie et la biologie, Thèse, Université de Yaoundé, TDM, ORSTOM, éd. 154 p.

Kengue, J. (1995) Note sur le nombre chromosomique du safoutier (*Dacryodes edulis*). Bulletin de Liaison du réseau ASANET n° 3, Janvier-Juin 1995 p.4.

Kengue, J. (1996) Etude et contrôle du rythme de croissance chez le safoutier (*Dacryodes edulis*). *Fruits*, 51: 121-127

Kengue, J. (2001) Guide de la culture du safoutier. CTA et CLE (éds.). Yaoundé, 55p.

Kengue, J. et Nya Ngatchou J. (1990) Problème de la conservation du pouvoir germinatif chez les graines de safoutier (*Dacryodes edulis*). *Fruits* 45(4): 409-412.

Kengue, J. et Schwendiman, J. (1990) Premiers examens histologiques du développement de l'embryon du safoutier, (*Dacryodes edulis*). *Fruits*, 45(5): 527-531.

Kengue, J. et Tchio, F. (1994) Essai de bouturage et de marcottage aérien du safoutier (*Dacryodes edulis*). In J. Kengue et J. Nya Ngatchou (éds.) Actes du seminaire régional sur la valorisation du safoutier ,4-6 octobre 1994 à Douala, 80-98.

Kengue, J., Tchio, F. et Ducelier, D. (1998) Le marcottage aérien: une technique pour la multiplication végétative du safoutier. In C. Kapseu et G. J. Kayem, (éds) Actes du deuxième séminaire international sur la valorisation du safoutier et autres oléagineux non conventionnels, 3-5 décembre 1997 à Ngaoundéré, 123-134.

Kengue, J., Tchuenguem. F. N. and Adewusi, H. G. (*In press*) Towards the improvement of *Dacryodes edulis*: populations and reproductive biology. *Forest trees and livelihood,* 0, 000-000.

Margara, J. (1984) Bases de la multiplication végétative: les méristèmes et l'organogénèse, INRA, Lavoisier Tec. et Doc., 262 p.

Mbondo, G. (2000) Influence de la position du rameau sur l'enracinement et la stabilité en champs des marcottes de safoutier. Mémoire de DIPLEG, Ecole Normale Supérieure de Yaoundé, 41 p.

Mensbruge, (de la) G. (1966) La germination et les plantules des essences arborées de la forêt dense humide de la Côte d'Ivoire. C.T.F.T., Nogent - sur- Marne, 389 p.

Mouaragadja, I. et Mbatchi, B. (1994) Etude de la mycoflore pathogène du safoutier au Gabon. *In* J. Kengue et J. Nya Ngatchou (éds.) Actes du Séminaire International sur la Valorisation du safoutier, 4-6 Octobre 1994 à Douala.

Mpungi Buyungu, P. (2001) Contribution du safoutier à la diversification de l'Agriculture en Côte d'Ivoire. In Kengue, J., Kapseu, C. et Kayem, G. J. (éds.) Actes du 3e Séminaire international sur las valorisation du safoutier et autres oléagineux non-conventionnels, Yaoundé, 3-5 Octobre 2000.

Comment

Ndoye, O., Perez, M. R. et Eyebe, A. (1997) The market of Non-timber Forest Products in the Humid Forest Zone of Cameroon. Network Paper 22c, Rural Development Forestry Network, Kate Schreckenberg and Michael Richards eds. 20p.

Ndoye, O. (1999) Commerce transfrontalier et intégration régionale en Afrique centrale: cas des produits forestiers non-ligneux, ORSTOM, Cahier des Sciences humaines.

Normand, D. (1948) Note sur les bois de *Dacryodes* et de *Santiria* africains. *Bois et Forêts des Tropiques,* 8: 399-402.

Nya Ngatchou, J. (1998) Enjeux et perspectives de la production du safou en Afrique Centrale. *In* C. Kapseu et J.G. Kayem (éds.) Actes du 2è Séminaire International sur la valorisation du safoutier et autres oléagineux non-conventionnels, 3-5 décembre 1997 à Ngaoundéré. p 3-10.

Nya Ngatchou, J. et Kengue, J. (1986) Morphogénèse et biologie florale du safoutier: présentation sommaire de l'arbre. *Revue Sciences et Techniques., Serie Sciences. Agronomiques,* (2): 47-65.

Nya Ngatchou, J. et Kengue, J. (1989) Review of african plum tree (*Dacryodes edulis*). *In* New crops for food and industry, Proceeding of the international symposium on new crops for food and industry. London, UK, Wickens, Haq and Day, eds. 265-270.

Nzebule, E.C. et Okorie, P.E. (2001) Litter fall and nutrient return in *Dacryodes edulis* stands in Southeastern Nigeria. *In* Kengue, J., Kapseu, C. et Kayem, G. J. (éds.). Actes du 3^{e} Séminaire international sur las valorisation du safoutier et autres oléagineux non-conventionnels, Yaoundé, 3-5 Octobre 2000.

Okafor, J.C. (1983) Varietal delimitation in *Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam (Burseraceae). *The International Tree Crops Journal*, 2: 255-265.

Okorie, P. E. (1998) Use of *Dacryodes edulis* in erosion control in agricultural lands in Nigeria. Proceedings of the second international workshop on the valorisation of *Dacryodes edulis* and others non-conventional oil crops, Ngaoundéré, 3-5 december 1997. C. Kapseu, J. G. Kayem (éds.) 35-44.

Onana, J.M. (1998) Les Burseracées du Cameroun: Taxonomie, biométrie foliaire, et biologie. Thèse Université de Yaoundé 258 p.

Parisot, E. (1985) Etude de la croissance rythmique chez les jeunes manguiers (*Mangifera indica* L.) Thèse Université de Clermont II 155 p.

Pernes, J. (1984) Gestion des ressources génétiques des plantes. Tome 2, Manuel, ACCT, Paris, 354 p.

Philippe, J. (1957) Essais de reproduction végétative du ‘‘Nsafou’’ (*Dacryodes edulis*). *Bulletin d'information de l'INNEAC IV*, (5): 320-327.

Raponda-Walker, A. et Sillans, R. (1961) Les plantes utiles du Gabon: Essai d'inventaire et de concordance des noms vernaculaires et scientifiques des plantes spontanées et introduites, description des espèces, propriétés, utilisations économiques, ethnographiques, et artistiques. Paul Chevalier éd. Paris, 109-115.

Scarrone, F. (1969) Recherches sur le rythme de croissance du manguier et de quelques végétaux ligneux Malagasy. Thèse Université de Clermont-Ferrand, I et II, 438 p.

Schwendiman, J., Pallares, P. et Amblard, P. (1982) Analysis of fertility during bunch development in the interspecific oil palm hybrid. *Oléagineux*, 38(7): 418-420.

Silou, Th. (1994) Le safou (*Dacryodes edulis* H. J. Lam): Oléagineux à vocation régionale dans le Golfe de Guinée: Synthèse des données physico-chimiques et technologiques. *In* J. Kengue, J. Nya Ngatchou (éds.) Actes du seminaire régional sur la valorisation du safoutier, 4-6 octobre 1994 à Douala, p123-142.

Silou, Th., Kiakouama S. et Brice (1994) Evaluation de la production et étude de la variabilité morphologique et physico-chimique du safou. *In* J. Kengue, et J. Nya Ngatchou (éds.) Actes du Séminaire régional sur la valorisation du safoutier Douala, 4-6 octobre. 30-44.

Silou, Th., Kiakouama S., Bezard J. et Sempore G. (1991) Notes sur la composition en acides gras et en triglycerides de l'huile de safou en relation avec la solidification partielle de cette huile. *Fruits*, 46(3): 271.

Soulier, B. (1987) Contribution à l'étude des huiles de la pulpe et de la graine de safou D.E.A. Université de Toulouse, France, 80p.

Tabuna, H. (1999) Le marché des produits forestiers non ligneux de l'Afrique Centrale en France et en Belgique: produits, acteurs, circuits de distribution, débouchés actuels. Occasional paper n° 19, CIFOR, 32p.

Tchendji C., Severin M. et Wathelet J.P. (1981) Composition de la graisse de *Dacryodes edulis. Revue Francais des Corps Gras*, 28(3): 123-125.

Tchotsoua, M. et Mapongmetsem P. M. (1998) Le safoutier (*Dacryodes edulis*): zones écologiques et commercialisation des fruits au Cameroun. *In* C. Kapseu et G.J. Kayem (éds.) Actes du 2è séminaire international sur la valorisation du safoutier et autres oléagineux non-conventionnels 3-5 décembre 1997 à Ngaoundéré. p 261-272.

Temple, L. (1999) Le marché des fruits et légumes au Cameroun: quantification des flux, analyse des prix. Rapport du Projet FAC Fruits et Légumes, IRAD, 163 p.

Troupin, G. (1950) Les Burseracées du Congo Belge et du Rwanda-Urundi. Bull. Soc. Bot. Royale de Belgique, 83: 111-126.

Ucciani, E. et Busson F. (1963) Contribution à l'étude des corps gras de *Pachylobus edulis* Don. *Oléagineux*, 18(4): 253-255.

Umoti, U. et Okyi, A. (1987) Characteristics and composition of the pulp oil and cake of the African pear (*Dacryodes edulis* (G. Don) H.J. Lam). *Journal of Food Science and Agriculture,* 38: 67-72.

Youmbi, E. (1987) Contribution à l'étude de la germination de *Dacryodes edulis* (Burseraceae). Mémoire de D.E.A., Université Paris VII, 74 p.

Youmbi, E. (1991) Etudes histologique, cytochimique de la graine, culture *in vitro* et micropropagation du safoutier (*Dacryodes edulis* (Don) Lam). Thèse de Doctorat, Université Paris VII, 191 p.

Youmbi, E. et Benbadis, A. (1998) Callogénèse et rhizogénèse sur les cotylédons de *Dacryodes edulis* (Don) Lam cultivés *in vitro*. *In:* C. Kapseu et G. J. Kayem (éds), Actes du 2ème séminaire international sur la valmorisation du safoutier et autres olégineux non - conventionnels, Ngaoundéré, Cameroun, 3-5 decembre 1997: 55-60

ANNEXE I : INSTITUTIONS ET INDIVIDUS ENGAGES DANS LA RECHERCHE ET LE DEVELOPPEMENT DU SAFOUTIER

INSTITUTIONS INTERNATIONALES

International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF),
United Nations Avenue,
Gigiri,
P.O. Box 30 677,
Nairobi,
Kenya.

International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI),
Via Delle Sette,
Chiese 143,
00145 Rome,
Italy.

International Institute of Tropical Agriculture (IITA),
Humid Forest Station,
P.O. Box 2088,
Messa-Yaoundé,
Cameroun.

International Centre for Underutilized Crops,
University of Southampton,
Southampton,
S017 1BJ,
UK.

II. INDIVIDUS ET INSTITUTIONS NATIONALES

Institutions nationales

Institut de la Recherche Agricole pour le Développement (IRAD),
BP 2123 Yaoundé,
Cameroun.

Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-industrielles (ENSAI),
Université de Ngaoundéré,
BP 455 Ngaoundéré,
Cameroun.

Laboratoire d'Etudes Physico-Chimiques,
Faculté des Sciences,
Université Marien Ngouabi,
BP 69 Brazzaville,
Congo.

Faculté de Pharmacie,
Université de Kinshasa,
BP 6 241 Kinshasa,
République Démocratique du Congo.

Université des Sciences et Techniques de Masuku,
BP 941 Franceville,
Gabon.

Agrogamma Industry Sarl,
06 BP 609 Abidjan 06,
Côte - d'Ivoire.

Federal University of Technology,
P. M. B 1526, Owerri,
Imo State,
Nigeria.

Departement of Forestry and
Environmental Management,
Federal University of
Agriculture,
Umudike,
P.M.B 7267 Umuahia,
Abia State,
Nigeria.

Faculté des Sciences,
Université de Ngaoundéré,
BP 454 Ngaoundéré,
Cameroun.

Individus

CAMEROUN

Mr. Atangana Alain René
ICRAF,
BP 2067 Yaoundé,
Cameroun.

Mme Avana Marie Louise
Département de Foresterie,
Université de Dschang,
Cameroun.
Tél. : (237) 23 75 60
E-mail : *avanati@yahoo.fr*

Mr. Awono Abdon
IITA / CIFOR,
BP 2008 Yaoundé,
Cameroun.
Tél. : (237) 23 74 34

Mr. Damesse François
Institut de la Recherche Agricole
pour le Développement (IRAD),
Projet Fruits et Légumes,
BP 2067 Yaoundé,
Cameroun.
Tél. : (237) 23 85 49
E-mail : *irad-fruits@camnet.cm*

Mr. Kengne Edouard
IRAD/ICRAF Project,
BP 2067 Yaoundé,
Cameroun.
Fax : (237) 23 74 40

Mr. Isseri Fernand
BP 4963 Yaoundé,
Cameroun.
Tél. (237) 91 85 76
E-mail: *fisseri@hotmail.com*

Prof. Kapseu César
Ecole Nationale Supérieure des
Sciences Agro-Industrielles
(ENSAI)
Université de Ngaoundéré
BP 455 Ngaoundéré,
Cameroun.
Tél. : (237) 25 27 51
E-mail: *kapseu@syfed.cm.refer.org*

Dr. Kengue Joseph
Institut de la Recherche Agricole
pour le Développement (IRAD),
Centre Régional de Recherche
pour le Développement de
Nkolbisson,
BP 2067 Yaoundé,
Cameroun.
Tél. : (237) 23 85 49
E-mail : *irad-fruits@camnet.cm*

Dr. Tchuenguem Fohouo Fernand
Nestor
Faculté des Sciences,
Université de Ngaoundéré
BP 455 Ngaoundéré,
Cameroun.

Dr. Tchoundjeu Zac
IRAD/ICRAF Colaborative Project,
BP 2067 Yaoundé,
Cameroun.
Tél. : (237) 23 75 60
Fax : (237) 23 74 40

Mme Tchandjou Madeleine
UTRALE
BP 192 Bafoussam,
Cameroun.
Tél. : (237) 44 61 14

Dr. YOUMBI Emmanuel
CRBP
BP 832 Douala,
Cameroun
Tél. : (237) 42 71 29

Prof. Tchiegang Clergé
Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles (ENSAI)
Université de Ngaoundéré
BP 455 Ngaoundéré,
Cameroun
Tél. : (237) 25 27 51

Mr. Tchio Félix
Institut de la Recherche Agricole pour le Développement (IRAD),
BP 163 Foumbot,
Cameroun.

Dr. Ndoye Ousseynou
IITA / CIFOR,
BP 2008 Yaoundé,
Cameroun.
Tél. : (237) 23 74 34

Ms. Degrande Ann
IRAD/ICRAF Project,
BP 2067 Yaoundé,
Cameroun.
Tél. : (237) 23 75 60
Fax. : (237) 23 74 40
E-mail: *a.degrande@camnet.cm*

Dr. Tabi Oyono Joachim
ONG 'GARDEN'
BP 20354 Yaoundé,
Cameroun.
Tél. : (237) 70 71 62
E-mail: *tabijoachim@iccnet.cm*

Mme Bomia Philomène
ASPABLC
BP 8537 Douala,
Cameroun.
Tél. : (237) 41 01 17
Fax. : (237) 43 15 96

Mme Bloemen Justine
PIM - fruits
BP 4887 Douala,
Cameroun
Tél. : (237) 42 86 91
E-mail : *campower@cyberkoki.net*

CONGO

Dr. Kinkela Thérèse
19, rue M. Pissa, Makélélé
Brazzaville,
Congo.

Dr. Kama Niamayoua Rosalie
Faculté des Sciences,
Université marien ngouabi
BP 69 Brazzaville,
Congo.

Dr. Mampouya David
Faculté des Sciences,
Université Maria Ngouabi,
BP 69 Brazzaville,
Congo.

Dr. Mampouya pierre César
Institut de Développement Rural (IDR)
Université marien Ngouabi,
BP 69 Brazzaville,
Congo.

Dr. Mialoundama Fidèle
Faculté des Sciences,
Université Marien Ngouabi,
BP 69 Brazzaville,
Congo.

Pr. Silou Thomas
Projet IRD/ EPRAN
BP Pointe Noire,
Congo.
E-mail : *Aire10@calva.com*

Mr. Avouampo Etienne
AGRICONGO
BP 14574 Brazzaville,
Congo.
Tél. : 83 03 34
Fax. : 81 03 34
E-mail : *avouampo@yahoo.fr*

CÔTE D'IVOIRE

Mr. Mpungi Buyungu Pierre
Agrogamma Industry Sarl,
06 BP 609 Abidjan 06
Côte - d'Ivoire.

FRANCE

Dr. Philippe Moser
Responsable du Département
Extraction
Institut de Recherche en Biologie
et Dermatologie (IRBD)
5 - 7 Rue de Seichamps,
54 425 Pulnoy,
France.
Tél. : 33-03 83 29 54 39
Fax. : 33-03 83 21 12 15

Dr. Gilles Pauly
Institut de Recherche en Biologie
et Dermatologie (IRBD)
5 - 7, Rue de Seichamps,
54 425 Pulnoy,
France.
Tél. : 33-03 83 29 54 39
Fax. : 33-03 83 21 12 15

Dr. Tabuna Honoré
Consultant
1, Boulevard Saint Euverte,
4500 Orléans,
France.

GABON

Dr. Isaac Mouaragadja
Université des Sciences et
Techniques de Masuku (USTM)
BP 941 Franceville,
Gabon.
Tél. : 241- 67 74 49
Fax. : 241-67 74 49

Dr. Ella Missang Crépin
Faculté des Sciences,
Université des Sciences et
Techniques de Masuku (USTM)
BP 941 Franceville,
Gabon.
Tél. : 67 07 34
Fax. : 67 75 77
E-mail: *crepin_ella@yahoo.fr*

NIGERIA

Prof. Martin I. Nwufo
Department of crop protection
Federal University of Technology,
P. M. B 1526,
Owerri,
Ino State,
Nigeria.
Tél. : 234-083 23 345

Dr. Paschal E. Okorie
Departement of Forestry and
Environmental Management,
Federal University of Agriculture,
Umudike,
P. M. B 7267,
Umuahia Abia State,
Nigeria.

Prof. Okafor J.C.
Consultant, Agroforester
3, Kings way Road,
P. O. Box 3856,
Enugu,
Nigeria.

Dr. Adewusi Hassan Gbadebo
CENRAD,
P. M. B. 5052,
Jericho Hills,
Ibadan,
Nigeria.
Tél. : 234-02 2412694
E-mail : *ajilet@hotmail.com*

Prof. J. C. Obiefuna
Departement of food technology
Federal University of Technology
P. M. B. 1526,
Owerri,
Imo State,
Nigeria.

Dr E. C. Nzebule
Departement of Forestry and
Environmental Management
Michael Okpara Federal University
of Agriculture Umudike,
P. M. B. 7267,
Umuahia,
Nigeria.

Dr D.O. Ladipo
Centre for Environment,
Renewable natural resources
Management,
research and Development
(CENRAD),
P. M. B. 5 052,
Jericho Hills,
Ibadan,
Nigeria.
Tél. : 234-02 2412694

**RÉPUBLIQUE
DÉMOCRATIQUE DU CONGO**

Prof. (Dr.) Kalenda T. Dibungi
Faculté de Pharmacie,
Université de Kinshasa,
BP 6241 Kinshassa,
République Démocratique du
Congo.
Tél. : 243-1221362
E-mail : *ta-kalenda@raga.net*

UNITED KINGDOM

Dr. Kate Schreckenberg
ODI,
Westminster Bridge Road,
London,
SE1 7JD
UK.

Dr. R. R. B. Leakey
Center for Ecology and Hydrology
Bush Estate,
Penicuik,
Midlothian,
EH26 OQB
UK.

Ms. Angela Hughes
International Centre for
Underutilised Crops
University of Southampton
Southampton
SO17 1BJ
UK.

ANNEXE II : INSTITUTIONS AYANT DES COLLECTIONS DE SAFOUTIER

Institut de la Recherche Agricole pour le Développement
Centre Régional de Recherche Agricole de Nkolbisson
BP 2067 Yaoundé,
Cameroun

Institut de la Recherche Agricole pour le Développement
Station Spécialisée de Recherche Agricole de Barombi – Kang
BP 62 Kumba,
Cameroun

Institut de la Recherche Agricole pour le Développement
Station Polyvalente de Recherche Agricole de Njombé
BP 13 Njombé,
Cameroun

Plantations Intercontinentales de Makénéné (PIM)
BP 47 Makénéné ou BP 4887 Douala,
Cameroun

National Centre for Genetic Resources and Biotechnology (NACGRAB)
Moor Plantation
P. M. B. 5382 Ibadan,
Nigeria

INDEX DES NOMS SCIENTIFIQUES

Apis mellifera 43
Archidacryodes 17
Aucoumea 14, 15
Aucoumea klaineana 14, 15, 43, 54, 63
Azadirachta indica 66
Boswellia 14, 15
Boswellia dalzielii 15
Boswellia papyrifera 15
Bursera 14, 15, 64
Bursera simarouba 64
Canariellum 15
Canariellum oleiferum 15
Canarium 15
Canarium edule 20
Canarium manfeldianum 20
Canarium mubafo 20
Canarium saphu 20
Canarium schweinfurthii 15, 38, 75
Carpophilus 110, 111, 112
Chrysophyllum albidum 66
Colocassia esculenta 50
Commiphora 14, 15, 64
Commiphora africana 15
Commiphora kerstingii 15
Commiphora pedonculata 15
Crepidospermum 14
Dacryodes 14, 15, 17, 19, 54, 64, 69
Dacryodes buettneri 15, 17, 18, 54, 76, 129
Dacryodes camerunensis 15, 17, 54, 129
Dacryodes edulis 9, 10, 15, 17, 18, 20, 25, 41, 54, 64, 66, 69, 75, 92
Dacryodes edulis var. edulis 18
Dacryodes edulis var. parvicarpa 18
Dacryodes hexandra 64
Dacryodes igaganga 76
Dacryodes klaineana 15, 17, 18, 54, 129
Dacryodes ledermanii 15, 17, 18, 54
Dacryodes letestui 64
Dacryodes macrophylla 15, 17, 18, 54, 76, 129
Dacryodes tesmanii 17, 18
Dacryodes villiersiana 15, 17, 18, 54
Elasmus 110, 131
Euchromia 43
Evinia 43

Evinia aff. Appendigaster 43
Garuga 14
Hapcolobus 15
Hevea brazilliensis 24
Irvingia gabonensis 66
Mangifera indica 71
Pachylobus 20, 64
Pachylobus edulis 19
Pachylobus edulis var. glabra 20
Pachylobus edulis var. preussuu 20
Pachylobus edulis var. sylvestris 20
Protium 14
Psara pallidalis 49, 109, 131
Santiria 14, 15, 64
Santiria balsamifera 15
Santiria trimera 15
Santiriopsis 64
Sentinanthe 15
Simarouba 64
Trattinickia 14
Treculia africana 66
Triomma 14
Zonocerus variegatum 52