

L E C A C A O Y E R

Jean-Pierre MARTIN  
Directeur de Recherches O.R.S.T.O.M

P L A N   D U   C O U R S

---

**LE CACAOYER**

Introduction . . . . .	1
<b>A - LA PLANTE</b>	
I- <u>Le genre Theobroma</u> . . . . .	2
II- <u>Theobroma cacao</u> . . . . .	4
Classification des cacaos cultivés	
III- <u>Morphologie et Biologie</u> . . . . .	7
1) La graine . . . . .	8
2) Les racines . . . . .	9
3) Les parties aériennes . . . . .	10
4) La floraison . . . . .	11
5) La fructification . . . . .	12
IV- <u>Sélection et Amélioration</u> . . . . .	15
1) Principes . . . . .	15
2) Pratique de l'hybridation . . . . .	16
3) Pratique de la sélection . . . . .	17
a) sélection générative . . . . .	17
b) Sélection végétative . . . . .	19
V- <u>Multiplication végétative</u> . . . . .	21
1) Le bouturage . . . . .	21
2) Le greffage . . . . .	25
<b>B - SON ECOLOGIE</b>	
I- Facteurs climatiques . . . . .	26
II- Facteur Edaphiques . . . . .	29

C - SA CULTURE

I- Mise en place

1) Préparation du terrain . . . . .	31
2) Préparation du matériel végétal . . . . .	35
Pépinière	
3) Plantation . . . . .	35

II- Entretien

1) Soins divers . . . . .	36
2) Fertilisation . . . . .	37
3) Protection phytosanitaire . . . . .	37
a) généralités . . . . .	37
b) insectes parasites . . . . .	38
c) maladies cryptogamiques . . . . .	39
d) maladies à virus . . . . .	44
e) mesures de quarantaine . . . . .	46
4) Régénération des cacaoyères . . . . .	46

III- Récolte et préparation du cacao

1) Récolte . . . . .	46
2) Ecabossage . . . . .	47
3) Fermentation . . . . .	47
a) processus . . . . .	48
b) méthodes . . . . .	49
4) Séchage . . . . .	51
5) Reprise du cacao . . . . .	53
6) Coûts de production . . . . .	53

**D - LE CACAO**

I- <u>Problèmes de stockage</u>	54
II- <u>Conditionnement</u>	
1) Facteurs intervenant dans la qualité et les défauts du cacao	55
2) Méthodes d'appréciation	56
3) Normes de classement	57
III- <u>Industrie</u>	
1) Définition des produits fabriqués	57
2) Schéma de fabrication	58
a) pâte de cacao	58
b) beurre et poudre de cacao	58
c) chocolat	59
IV- <u>Economie</u>	59
production	60
Stabilisation des cours	62
Côte d'Ivoire	62
Bibliographie	64
Planches	65

Des statistiques plus récentes indiquent I24 I46<sup>t</sup>(livraisons SACO comprise) pour I967 et I45 424 pour I968.

## INTRODUCTION

L'histoire moderne du cacao commence, comme pour bien d'autres plantes, avec la découverte du Nouveau Monde par Christophe Colomb. Originaire du nord de l'Amérique du Sud, le cacaoyer était certainement cultivé par les Mayas ; au XIV<sup>e</sup> siècle, les Aztèques accompagnaient les étapes de sa culture par des cérémonies religieuses. L'usage qu'on en faisait au moment où les Espagnols débarquent au Mexique est assez différent de celui que nous connaissons ; il constituait une monnaie, et aussi un breuvage nourrissant.

C'est après que l'on eut l'idée de l'associer au sucre, alors extrait de la canne que l'on avait introduit aux Antilles (en provenance de l'Extrême Orient, via les Canaries), que le cacao fut apprécié, et son usage se répandit jusqu'en Espagne dès le XV<sup>e</sup> siècle.

Jusqu'au début du XIX<sup>e</sup> siècle le cacao reste un produit de luxe ; cependant la culture s'en est étendue en Amérique du Sud et aux Antilles. Les Portugais l'introduisent à Fernando Poo et Sao Tomé, et les Français à Madagascar en 1800. Sur le continent africain, les premières semences ne furent introduites qu'en 1857, au Ghana.

Le développement de l'industrie du chocolat en Europe au cours du XX<sup>e</sup> siècle (le brevet pour la fabrication du chocolat en poudre après extraction du beurre de cacao est pris en 1828 par le hollandais Van HOUTEN ; le chocolat tel que nous le connaissons apparaît dans le commerce en 1847, et le chocolat au lait en 1876) entraîne un développement considérable de la production du cacao, développement se caractérisant surtout par une extension rapide de la culture en Afrique.

Alors qu'en 1830, les 10.000 tonnes produites dans le monde sont toutes fournies par l'Amérique tropicale, que sur les 115.000 t de 1900, seulement 17,4% sont africaines (Sao Tomé), on atteint en 1964 le chiffre record de 1.528.000 t., tonnage dans lequel l'Amérique compte pour 19,8% et l'Afrique pour 78,1% (Ghana, Nigeria, Côte d'Ivoire, Cameroun).

Avec 105.000 t d'exportation en 1967, représentant une valeur de 13.878 millions CFA (17% de la balance commerciale, 3<sup>ème</sup> rang après le café et le bois) le cacao figure très honorablement dans les grandes productions ivoiriennes. Partie d'environ 50.000t. en 1959, la production a triplé en dix ans ; en raison du contexte économique mondial favorable, les programmes prévoient d'atteindre 300.000 tonnes vers 1975 et 400.000 vers 1980. (c'est à dire environ 600 000 ha)

A. LA PLANTE

### I - LE GENRE THEOBROMA

La première description du cacaoyer a été faite par HERNANDEZ en 1630 sous son nom mexicain : cacahoquahntl étant l'arbre et cacahuatl les graines. D'abord retenu comme nom de genre, LINNE (1737) préféra substituer au nom maya celui de THEOBROMA, autrement dit nourriture des Dieux, ce qui rappelait l'origine divine que lui attribuaient les Aztèques.

Tous les cacaos cultivés se classent dans l'espèce THEOBROMA CACAO décrite par cet auteur.

Le genre Theobroma, de par ses caractères, se classe dans la famille des STERCULIA-CEES

tribu des Byttneriées, dans laquelle on trouve plusieurs genres très voisins de Theobroma, en particulier par la structure de la fleur. De ce fait, il y a souvent eu confusion entre les genres HERRANIA et THEOBROMA, dont les fruits se ressemblent (Herrania est cependant plus riche en beurre , 64% au lieu de 52% d'où son intérêt éventuel) et dont les nombres chromosomiques sont identiques. Ce qui les distingue essentiellement, c'est chez Herrania, la croissance apicale ininterrompue de la tige.

En effet, le genre Theobroma est constitué par des arbres à feuilles persistantes caractérisés par une croissance apicale du tronc limitée par la formation d'un verticille terminal de 3 à 5 branches. Les feuilles sont simples, entières, à phyllotaxie variable sur les tiges, mais distique sur les branches.

Les inflorescences apparaissent sur le tronc et sur les branches.

Les fleurs sont hermaphrodites, régulières, du type 5 ; les pétales sont divisés en 2 parties, l'inférieure, érigée, étant renflée en forme de capuchon, appelée "cuculle", sur laquelle s'articule la partie supérieure du pétale, qui est plate et de forme variée ; les pétales sont jaune, rouge ou pourpre. L'androcée comprend 2 verticelles soudés à la base, l'externe étant formé de 5 staminodes stériles, et l'intérieur de 5 étamines fertiles dont les filets sont divisés en 2 ou 3 ramifications portant chacune une anthère biloculaire.

L'ovaire est supère, à 5 carpelles.

Le fruit est indéhiscent, de grande taille et ressemble à une baie ou une drupe. Les graines, disposées sur 5 rangées, sont entourées d'une pulpe mucilagineuse.

1 - Germination épigée.

- Croissance de la tige par rejets adventifs orthotropes latéraux et subterminaux.
- Staminodes érigés.

1 - 1 Staminodes linéaires, épais et obtus.

Cucuelles des pétales uninervées et limbes subsessiles.

Étamines dianthérifères.

Branches primaires se formant par verticille de trois.

Feuilles tomenteuses à la face inférieure :

#### Section Rhytidocarpus.

Une seule espèce : *T. bicolor* Humb. et Bonpl.

1 - 2 Staminodes linéaires, subulés ou lancéolés.

Cucuelles des pétales trinervées

1 - 2 - 1 Limbes des pétales sessiles.

Étamines di- ou trianthérifères.

Branches primaires par verticille de trois,

Feuilles tomenteuses à la face inférieure :

#### Section Oreanthes.

Cinq espèces : *T. sylvestre* Mart.

*T. speciosum* Willd.

*T. velutinum* Benoist.

*T. glaucum* Karst.

*T. bernoullii* Pittier.

1 - 2 - 2 Limbes des pétales stipites.

Étamines dianthérifères.

Branches primaires par verticilles de 5.

Feuilles glabres ou pubescentes à la face inférieure :

#### Section Theobroma.

Une seule espèce : *T. cacao* L.

2 - Germination hypogée.

Croissance pseudoapicale de la tige.

Branches primaires par verticille de trois.

Étamines trianthérifères

2 - 1 Staminodes flexueux dans le bourgeon.

Cucuelles des pétales à cinq nervures.

Limbes des pétales absents :

#### Section Telmatocarpus.

Deux espèces : *T. gilberti* Cuatr.

*T. microcarpum* Mart.

2 - 2 Staminodes refléchis dans le bourgeon refléchis ou érigés à l'anthesis.

Cucuelles des pétales à 7 nervures.

2 - 2 - 1 Staminodes obovales allongés ou lancéolés.

Limbes des pétales très développés, stipites :

#### Section Glossopetalum.

Douze espèces : *T. cirmolinum* Cuatr.

*T. stipulatum* Cuatr.

*T. simiarum* Donn. Smith

*T. chocaeense* Cuatr., sp. nov.

*T. angustifolium* Mocino et Sesse.

*T. grandiflorum* Schum.

*T. abovatum* Klotzsch ex-Bernoulli

*T. smaragdum* Pavon ex Huber.

*T. canariumense* Pires et Froes.

*T. subincanum* Mart.

*T. hyacinum* Cuatr., sp. nov.

*T. nemorale* Cuatr.

2 - 2 - 2 Staminodes obovales aussi larges que longs.

Limbes des pétales très réduits :

#### Section Andropetalum.

Une espèce : *T. mammosum* Cuatr. et Leon

Depuis la première monographie par BERNOULLI en 1869, on compte cinq classifications dont nous ne retiendrons que la dernière, celle du CUATRECASAS (1964), qui tient compte essentiellement du mode de germination des graines et du nombre de branches primaires formées lors de la différentiation apicale de la tige. 22 espèces trouvent place dans cette classification : (voir p. 3)

Les graines de la plupart de ces espèces peuvent avoir l'usage de *T. cacao* ; elles sont riches en amidon, en protéines, en matières grasses et contiennent de la théobromine (1,5 à 3 %) et de la caféine. De plus, elles renferment une huile essentielle qui donne une saveur aromatique.

La pulpe sucrée et acidulée qui entoure les graines est consommable également. Pratiquement, malgré l'intérêt de certaines d'entre elles, seule l'espèce *T. cacao* est cultivée commercialement. Les autres sont exploitées localement, en particulier *T. bicolor* : exploité du Mexique au Brésil, la pulpe sert à préparer des rafraîchisements et les graines peuvent être ajoutées au cacao quoiqu'elles donnent de l'amertume.

*T. angustifolium* : autrefois commercialisé comme cacao, on ne lui accorde plus de valeur suffisante.

*T. grandiflorum* : planté et cultivé pour sa pulpe très appréciée.

*T. glaucum* : à l'état sauvage en haute Amazonie, il est très proche de *T. cacao*.

*T. velutinum* : également proche du cacaoyer, sa caractéristique est son aire limitée aux Guyanes, alors que toutes les autres se rencontrent du bassin de l'Amazonie jusqu'au sud du Mexique.

## II - THEOBROMA CACAO

Une très grande variabilité dans les caractères de couleurs, dimensions et formes des différentes parties de la fleur, du fruit et de la graine des cacaoyers cultivés, explique la confusion qui a longtemps régné dans leur taxonomie. Les théories qui ont été échaffaudées pour expliquer les différentes formes rencontrées, manquent de données historiques. Du fait que tous les types de cacaoyers sont interfertiles, donnant des hybrides vigoureux et fertiles, on doit admettre qu'ils appartiennent tous à une seule espèce.

Cependant, il est possible de répartir les cacaoyers cultivés en trois groupes, et cette répartition est généralement admise par tous. Ces groupes sont Criollo, Forastero amazoniens et Trinitario.

L'origine des noms est la suivante :

Criollo, qui veut dire indigène, fut donné par les Espagnols au cacaoyer à cotylédons blancs cultivé initialement au Vénézuela.

Trinitario (originaire de Trinidad) et Forastero (étranger) furent donnés à des cacaoyers à cotylédons pigmentés, introduits des Antilles. Les deux termes recouvrent aujourd'hui des matériels différents.

### 1) Groupe des Criollo :

Les caractères principaux des cacaoyers entrant dans ce groupe sont :

- staminodes rose pâle.
- cabosses de couleur rouge ou verte avant maturité, de forme généralement allongée et se terminant par une pointe très marquée, avec 10 sillons profonds et égaux, ou alternativement profonds et moins accentués.
- péricarpe généralement très verruqueux, mince et facile à couper, car le mésocarpe est mince et peu lignifié.
- fèves dodues, de section arrondie, les cotylédons frais étant de couleur blanche ou à peine pigmentés.

Les caractères de la fève sont les plus distinctifs du groupe, les autres présentant une certaine variabilité.

Les criollo fournissent ce que l'on appelle commercialement le cacao fin ; ce sont des cacaos à "casse claire" (couleur cannelle claire des cotylédons des fèves bien préparées), peu amers et aromatiques, parfaits pour la chocolaterie de luxe.

Malgré leurs qualités, les criollos ne sont presque plus cultivés de nos jours, en raison de leur moindre vigueur et de leur plus grande sensibilité aux maladies que les autres formes.

On doit regretter que toutes les recherches entreprises sur le cacaoyer depuis 40 ans aient négligé ce groupe de qualité. A noter cependant que l'IFCC a entrepris récemment de sélectionner et améliorer le criollo de Madagascar et des Comores ; mais son homogénéité est telle que l'introduction de nouveaux génotypes, ou l'hybridation avec des trinitario à "casse claire", apparait indispensable.

### 2) Groupe des Forastero amazoniens :

Les caractères botaniques des cacaoyers de ce groupe sont :

- staminodes pigmentés de violet
- cabosses de couleur verte avant maturité et jaune ensuite, de forme très

variable, allant de celle du criollo à la forme "amelonado" (1) (lisse, peu ou pas sillonnée, extrémités arrondies)

- péricarpe épais et difficile à couper en raison de la lignification du mésocarpe.

- fèves plus ou moins aplatis, les cotylédons frais étant pourpre foncé.

Les forastero fournissent actuellement la quasi totalité des cacaos "courants" produits par le Brésil ou l'Afrique de l'Ouest. Ils représentent 80 % de la production mondiale de cacao.

A noter que si le cacao "nacional" de l'Equateur est également un forastero, il est classé comme "fin" en raison de ses qualités organoleptiques. Malheureusement il est très sensible à la maladie du balai de sorcière.

Parmi les principaux cultivars; il convient de citer :

- l'Amelonado de l'ouest africain, qui est relativement homogène et constitue la presque totalité des plantations. Les cabosses sont de taille moyenne, de forme typique avec la base légèrement étranglée en goulot de bouteille, à surface lisse superficiellement sillonnée; de couleur verte devenant jaune à maturité. Les fèves sont moyennes, violet foncé.

- le cacao "comun" du Brésil, qui fournit 90 % de la production brésilienne; il est assez proche du précédent.

- les cacaos "Almeida" et "Catongo" qui sont deux mutations à cotylédons blancs issues du "comun" ci dessus, et du cacao "para"; ils seraient de qualité supérieure et leur culture est intensifiée dans l'état de Bahia.

- les cacaos "Amazoniens" ou "Hauts Amazoniens", qui sont des sélections faites à Trinidad à partir d'un matériel collecté en 1937 - 38 en haute amazonie, dans le but de trouver des géni teurs résistants à la maladie du balai de sorcière.

(1) Bien que les formes rencontrées constituent une série continue, on en a décrit 4 types qui restent des termes de référence. Ce sont :

- angoleta
  - cundeamor
  - calabacillo
  - amelonado
- } voir fig. 1

Des cabosses issues de quelques clones sélectionnés furent introduites au Ghana à partir de 1944 ; ce matériel se montra parfaitement adapté, précoce, vigoureux, productif et relativement tolérant au virus du "swollen shoot". Ces amazoniens furent diffusés au Nigéria et aussi quelque peu en Côte d'Ivoire. Ils constituent des populations assez hétérogènes car ils sont actuellement les 3 e, 4 e ou 5 e générations issues par fécondation libre des premières introductions. Les hybrides entre clones amazoniens et clones non amazoniens sont particulièrement vigoureux (hétérosis exceptionnel) et l'avenir des cacaos de qualité courante, est dans leur utilisation de plus en plus large, les croisements avec d'autres clones ayant pour objectif principal de remédier à la petite taille de leurs fèves.

### 3) Groupe Trinitario :

En fait, ce groupe réunit des hybrides naturels entre les deux groupes précédents. Leur histoire est celle-ci; les plantations de Criollo établies par les espagnols à Trinidad furent entièrement détruites par un cyclone en 1727. La replantation se fit avec des fèves provenant du Venezuela et qui appartenaient au groupe forastero amazonien. De nombreuses hybridations eurent lieu avec les Criollo rescapés, d'où la constitution d'une population hybride très hétérogène, toujours caractéristique de Trinidad. Ces hybrides prirent le nom de Trinitario lorsqu'ils furent introduits en 1852 au Venezuela.

Il n'est pas possible de décrire leurs caractères botaniques, car tous les types intermédiaires existent entre les parents d'origine. La qualité est évidemment variable aussi, mais généralement considérée comme intermédiaire.

Ils ont tendance à remplacer les criollo, en particulier en Equateur.

En Afrique le Cameroun est le seul pays où des trinitario sont cultivés, en mélange, avec les forastero.

Leur hétérogénéité, et le fait que l'on peut multiplier végétativement les combinaisons intéressantes, font de ces populations un matériel de choix.

## III - MORPHOLOGIE ET BIOLOGIE

Le cacaoyer est un arbre, mais il ne dépasse guère 5 à 7 m. Les écartements pratiqués en plantation dans le but de parvenir rapidement à un couvert continu, interviennent dans sa taille, ainsi que pour le développement de la frondaison, qui se rattrapera en hauteur.

En plein développement vers l'âge de 10 ans, sa longévité n'est pas bien établie,

mais on considère qu'il est difficile de maintenir en bon état une plantation au delà de 40 années.

Les caractéristiques importantes concernant la plante sont les suivantes .

### 1) La graine :

On dit habituellement la fève, et on réservera l'appellation fève de cacao pour la fève préparée, c'est à dire après fermentation et séchage.

La graine de cacao est sans albumen ; plus ou moins dodue, elle fait 2 à 3 cm de long et est recouverte d'une pulpe mucilagineuse, blanchâtre, sucrée et acidulée. Sous cette pulpe, se trouve une enveloppe mince, mais résistante, qui constitue la coque de la fève de cacao. Ce sont les deux cotylédons de l'embryon qui occupent pratiquement tout le volume de la graine. Les cotylédons sont très fortement plissés, présentant de nombreux lobes imbriqués; la fine pellicule translucide qui les recouvre représente ce qui reste de l'endosperme. Longueur, largeur, épaisseur et poids, sont des caractères retenus pour la description des graines. Le poids le plus intéressant est celui des cotylédons secs, puisqu'ils sont seuls utilisés en chocolaterie. En moyenne, le poids de la fève fraîche se situe entre 1,3 et 2,3 g, et sèche entre 0,9 et 1,5 g. La couleur des cotylédons frais est le seul caractère de la graine à ne pas être sous l'influence de l'environnement.

Dans les tissus des cotylédons on distingue trois types de cellules :

- une couche monocellulaire de cellules épidermiques
- des cellules parenchymateuses incolores, qui constituent 90 % des tissus et contiennent des réserves : cristaux de matière grasse (beurre de cacao), protéines (graines d'aleurone) et amidon.
- des cellules pigmentées, contenant des polyphénols (tanins, catéchines, anthocyanine, ...) et des purines (théobromines et caféine).

La teneur en beurre de cacao, pour des fèves non fermentées séchées, se situe entre 50 et 55 % .

L'amertume des fèves est liée à la teneur en théobromine.

Il faut noter que dans la graine non fermentée, on n'a pu déceler aucune substance caractéristique de l'"arôme chocolat".

La maturité physiologique de la graine intervient alors que la pulpe qui les entoure est encore dure ; les graines sont donc toujours prêtes à germer à la récolte.

Dans le fruit, sous réserve de ne pas germer, les graines gardent leur viabilité pendant quelques semaines; mais extraites, elles perdent leur faculté germinative d'autant plus rapidement que l'humidité s'éloignera de 100 % ; en effet, les cotylédons se déshydratent très rapidement. La viabilité est donc liée à une humidité relative de 100 % et une température comprise entre 18 et 30° (le froid inhibe définitivement la germination). Indépendamment de ces deux facteurs, il est nécessaire de prendre des précautions contre les champignons.

La meilleure méthode de conservation, parmi toutes celles décrites, est celle due à ALVIM :

- mélanger les graines avec de la chaux pour sécher la pulpe
- enlever le tégument des graines
- laver rapidement les amandes
- les plonger 1 à 2 minutes dans une solution à 1 % de phylon
- sécher à l'ombre 2 heures
- emballer en sacs de polyéthylène par lots de 1 - 2 kg.

La germination est de 100 % après 3 semaines et 60 % après 7 semaines.

## 2) Les racines :

La graine germe en 4 à 6 jours, de façon épigée. La racine s'allonge assez rapidement en même temps que les cotylédons sont soulevés par le développement de l'hypocotyle, faisant surface 10 à 15 jours après semis.

Tandis que le pivot s'allonge pour atteindre 30 à 40 cm en 4/5 mois, le double après 5/6 ans, et sa taille définitive (0,80 - 2 m) à 10 ans, des racines latérales prennent naissance à la base de l'hypocotyle, en 6 séries verticales.

D'autres racines latérales se développent également dans les vingt premiers centimètres du pivot. Toutes ces racines envahissent la couche humifère superficielle du sol. Huit à dix de ces racines vont se développer jusqu'à 5 ou 6 m de l'arbre, se comportant comme celles de l'hévéa, c'est à dire attirées par la matière organique.

L'enracinement des boutures présente des particularités utiles à connaître, étant donné que la multiplication des clones se fait par ce procédé. Lorsque les boutures, qui sont des fragments de bois plagiotope prélevés sur de jeunes rameaux, s'enracinent, elles n'émettent que des racines latérales ; mais après plusieurs mois de développement, une ou plusieurs de ces racines latérales s'orientent verticalement et forment un ou plusieurs pivots.

Les jeunes boutures ont de ce fait un développement végétatif retardé et sont sensibles à la sécheresse, mais une fois le pivot développé (à 2 ans la plupart des boutures en ont au moins un) elles se développent comme un plant issu de graine.

### 3) Les parties aériennes :

Il convient d'envisager séparément le tronc et la couronne ou, si l'on préfère, les rameaux orthotropes et les rameaux plagiotropes.

Dans les premiers stades du développement, la tige croît verticalement (orthotropie). Les feuilles sont longuement pétiolées, avec un ou plusieurs bourgeons axillaires ; la phyllotaxie est 3/8 (selon des observations récentes elle pourrait varier de 3/8 à 5/13).

La croissance de la tige n'est pas continue, mais les poussées successives sont parfois difficile à identifier. Cette croissance est également limitée ; vers l'âge de 18 mois, c'est à dire lorsqu'elle atteind environ 1,50 m, elle s'arrête ; l'extrémité de la tige présente alors cinq bourgeons axillaires disposés en verticille, qui vont se développer pour former une couronne à cinq branches, en même temps que le bourgeon terminal disparaît. En principe donc, la croissance ne va plus se faire qu'en épaisseur, l'arbre ayant sa taille définitive.

En pratique il arrive très souvent qu'un des bourgeons axillant une feuille située juste au dessous de la couronne, se développe ; il donne un nouvel axe orthotrope, se comportant exactement comme la première tige ; lorsque la deuxième couronne est développée, la première disparaît progressivement ; il peut ainsi se superposer jusqu'à quatre étages. En plantation, on supprime évidemment tous ces gourmands.

Tous les bourgeons axillaires d'un axe orthotrope, s'il leur arrive de se développer (gourmands de la base ou du sommet du tronc), donnent des rejets orthotropes. On peut donc caractériser un axe orthotrope par les éléments suivants :

port vertical

phyllotaxie 3/8

feuilles longuement pétiolées (7 - 9 cm)

bourgeons axillaires orthotropes

croissance définie

disparition du bourgeon terminal après différenciation d'un verticille de 5 bourgeons plagiotropes.

Les rameaux issus des bourgeons du sommet de l'axe orthotrope, de même que leurs ramifications, vont manifester un comportement plagiotrope (sub-horizontale). Le nombre de cinq branches pour une couronne est un peu théorique,

un certain nombre d'accidents pouvant se produire.

Les caractéristiques d'un axe plagiotrope sont tout à fait différentes de ce que nous avons vu pour l'axe orthotrope :

- port sub-horizontal
- phyllotaxie  $\frac{1}{2}$
- feuilles alternes, brièvement pétiolées (2-3 cm)
- bourgeons axillaires plagiotropes.
- croissance indéfinie, se faisant par poussées foliaires discontinues ("flushes").

Contrairement à ce qui se passe chez l'hevea, le rythme de poussées foliaires dépend surtout des conditions d'environnement (t°, éclairement, disponibilité en eau). On relève 4 à 5 poussées par an ; à chaque débourrement, la chute des écailles du bourgeon terminal laisse une cicatrice en anneau. L'aoûttement du bois d'une poussée se fait en sept semaines.

Toutes ces caractéristiques de comportement sont la règle générale, qui souffre de temps en temps des anomalies.

Les feuilles, alors généralement pigmentées, sont molles et pendantes lorsqu'elles sont jeunes. En vieillissant elles deviennent vert foncé, rigides et prennent un port sub-horizontal. A leurs deux extrémités, les pétioles portent un renflement jouant le rôle d'une articulation qui permet aux feuilles de s'orienter vers la lumière. Les feuilles exposées à la lumière sont plus petites et plus épaisses que celles de l'ombre. Les stomaes n'existent que sur la face inférieure, l'épiderme supérieur étant fortement cutinisé.

La vie des feuilles est limitée à environ une année, ce temps se partageant entre une phase d'activité de 4 à 5 mois, et une phase de sénescence. La chute des feuilles est liée au régime hydrique.

#### 4) La floraison :

La première floraison commence à deux ans pour les variétés très précoces, et plus généralement vers 3 ou 4 ans. Les fleurs apparaissent uniquement sur le bois âgé, du tronc ou des ramifications (dans leur partie défeuillée). La floraison peut se produire toute l'année, mais elle est en relation avec les températures élevées et une forte pluviométrie. Ainsi, dans l'Ouest Africain, on observe généralement deux principales floraisons : avril à juillet (qui donne la récolte principale, en septembre/janvier) et novembre à janvier (récolte intermédiaire d'avril/juillet).

Des facteurs intrinsèques interviennent largement aussi ; ainsi, à Madagascar, alors que les criollo ont une floraison de quelques mois, les trinitario fleurissent et produisent toute l'année. De même, en Colombie, on note deux époques de floraison intense pour le forastero et une seule pour criollo. Et en Nigeria, les différents clones ou cultivars d'amelonado se comportent avec des différences permettant à la sélection d'en tenir compte pour déplacer ou étaler la récolte, afin d'éviter les périodes dangereuses de Phytophtora, etc ...

L'origine cauliflore des inflorescences est la suivante. Chaque feuille est axillée par un bourgeon principal, toujours visible à l'oeil nu, qui, lorsqu'il ne s'est pas développé pour donner un axe orthotrope, avortera après la chute de la feuille. A côté de ce bourgeon se forment successivement plusieurs bourgeons secondaires, visibles par dissection. Bien qu'ils puissent éventuellement se substituer au bourgeon axillaire principal disparu pour donner un rameau végétatif, leur vocation est de former les inflorescences après une dormance de plusieurs années.

La position des inflorescences sur le tronc et les branches, suit donc la phylotaxie propre à ces organes. Les onflorescences apparaissent sur de petits massifs renflés, appelés coussinets floraux (fig. 2) Chaque coussinet peut porter en même temps de nombreuses fleurs.

L'inflorescence est une cyme bipare aux ramifications courtes (1 à 2 mm). La fleur, petite (0,5/1 cm de diamètre), régulière, de type 5, est portée par un pédicule de 1 à 3 cm. Les sépales, blancs ou rosés, sont soudés à la base. Les pétales, ont la forme très caractéristique que nous avons déjà signalée pour le genre *Theobroma* ; la cucule est blanche, avec deux nervures internes, et la ligule qui la prolonge jaunâtre. Les 5 loges de l'ovaire supère contiennent chacune 6 à 10 ovules. L'androcée comprend 5 staminodes stériles, alternant avec 5 étamines doubles (fusion de 2 étamines) dont les anthères comportent quatre sacs polliniques. Les étamines fertiles sont recourbées vers l'extérieur, les anthères se logeant dans la cuculle du pétille correspondant. (voir fig. 3).  
L'épanouissement d'une fleur commence l'après-midi, pour se terminer le lendemain matin ; les anthères sont alors fonctionnelles ; la viabilité du pollen ne dépasse pas 48 heures dans les conditions naturelles.

## 5) La fructification :

a) la pollinisation : la position des anthères que nous avons vue ne facilite pas la pollinisation, d'autant plus que le pollen est gluant et les stigmates protégés par les staminodes (voir figure). La pollinisation sera donc essentielle-

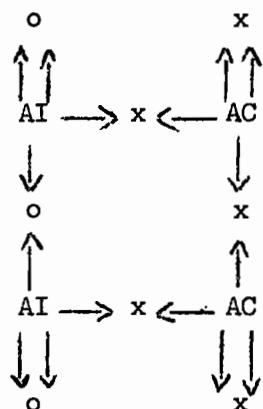
lement entomophile.

Le fait qu'un cacaoyer ne donne qu'une dizaine de fruits pour plusieurs milliers de fleurs, n'est pas à relier avec un manque de pollinisation. Celui-ci est effectif, et on constate que les fleurs non pollinisées tombent au bout de 48 heures ; mais lorsque le pourcentage de fertilisation est plus élevé, c'est au stade jeunes fruits que se produit la chute. Le nombre de fruits reste toujours à peu près constant, ce qui rappelle le comportement d'une plante cependant bien différente : l'arachide.

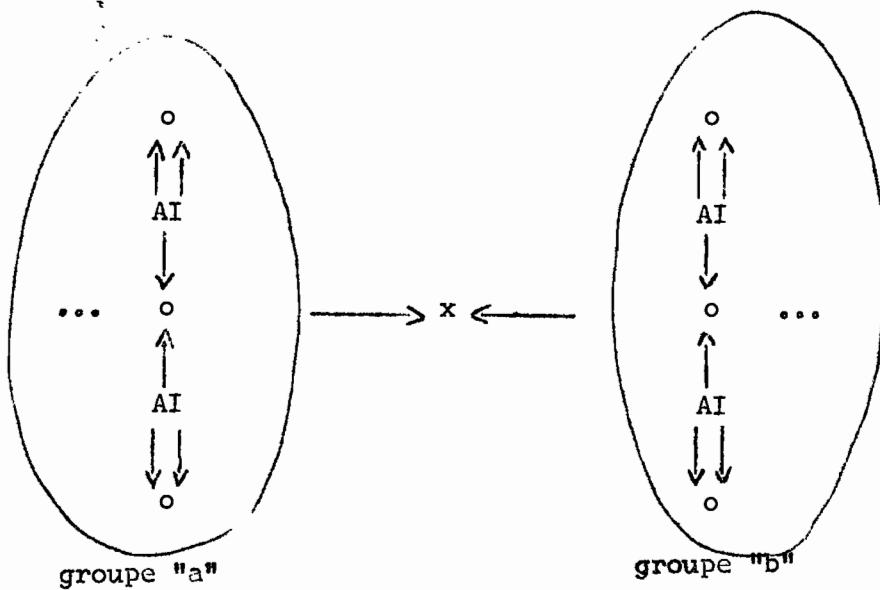
On pouvait craindre que les traitements insecticides affectent la pollinisation par destruction des insectes ; or les larves de Forcipomyia, moucherons généralement en cause, se trouvent à l'abri dans les débris de cabosses (fig. 4).

b) fécondation et incompatibilité : la fécondation des ovules est rapide et leur développement commence aussitôt, en même temps que celui du fruit.

De nombreux cas d'incompatibilité s'observent chez le cacaoyer. Depuis les travaux de POUND à Trinidad (1932), on sait que les trinitario auto-incompatibles sont incompatibles entre eux, et ne peuvent être fécondés que par des clones auto-compatibles ; ces derniers peuvent être fécondés par n'importe quel clone. Cela nous donne le schéma :



Si les cas d'auto-incompatibilité sont rares chez les forastero anciens, par contre, chez les forastero "haut-amazoniens" ils sont de règle, compliqués de compatibilité ou de non compatibilité. Tous les haut-amazoniens se répartiraient en trois ou quatre groupes à l'intérieur desquels il y aurait inter-incompatibilité (comme les trinitario auto-incompatibles), mais entre lesquels il existerait de l'inter compatibilité ; ce que l'on peut schématiser ainsi :



Le mécanisme de l'incompatibilité semble être particulier au cacaoyer. La fécondation a toujours lieu et c'est au niveau de la fusion des gamètes que l'incompatibilité intervient. Il semble qu'à partir de 25% d'ovules non fécondés, la fleur ne puisse tenir.

La connaissance des phénomènes d'incompatibilité est très importante pour le sélectionneur.

L'auto-incompatibilité à l'avantage de maintenir une grande variabilité génétique, ce qui donne beaucoup de chances de succès à la sélection clonale dans ces populations.

Elle facilite aussi les programmes de sélection par hybridation, jusqu'il suffit de réaliser un champ semencier isolé, comprenant les deux clones parents en mélange (cas des programmes utilisant les amazoniens).

Il faut toutefois savoir que l'auto-incompatibilité n'est pas absolue. Ce fait a été démontré en fécondant artificiellement un clone auto-incompatible avec un mélange de pollen étranger et de pollen du clone ; le pollen étranger étant marqué (homozygote pour les allèles dominants d'un gène marqueur) on peut isoler dans la descendance les individus provenant d'autofécondation ; celles-ci sont possibles parce que le pollen compatible déclenche la fécondation.

c) le fruit : le jeune fruit, appelé cherelle, comporte 5 loges comme l'ovaire. Par la suite, les parois des loges disparaissent et il ne subsiste qu'une seule cavité dans le fruit mûr, qui est appelé cabosse (fig. 5).

Celle-ci contient de 16 à 60 fèves (30 à 40 le plus généralement).

Le développement du fruit varie de 5 à 7 mois, selon le matériel, l'arbre, la cabosse même, et également selon le sens du croisement.

Le fait qu'un certain nombre de cherelles se déssèchent sur l'arbre peut intriguer. Il ne s'agit pas d'une maladie, et il ne faut pas considérer ce déssèchement de jeunes fruits comme une perte de récolte. L'importance de la récolte est fonction des caractères propres de l'arbre et des facteurs d'environnement. Autrement dit, le déssèchement des cherelles qui affecte de 20 à 90% des fruits, n'est que la manifestation d'un mécanisme physiologique régulateur, probablement sous le contrôle d'hormones de croissance. Le même mécanisme se manifeste chez l'arachide.

Nous n'insisterons pas sur la forme, la taille et la couleur des fruits, extrêmement variables.

Un élément intéressant est le poids de cacao sec fournit par une cabosse ; on exprime ce rendement en indiquant combien de cabosses sont nécessaires pour fournir 1 kg de cacao marchand ; pour les forastero, ce nombre se situe entre 20 et 25. Le "pod index" des anglais correspond à une livre anglaise.

#### **IV - SELECTION ET AMELIORATION**

##### **1) Principes :**

Quand on sait que les rendements moyens varient entre 250 et 450 kg/ha de cacao marchand, alors qu'en station on atteind 3 t/ha, on peut facilement admettre qu'en plus des conditions de culture, le potentiel de production du matériel utilisé intervient également.

Dans un programme d'amélioration, on n'oubliera pas de tenir compte, à coté des critères de productivité et de résistance, des critères de qualité.

Deux méthodes de base sont possibles avec le cacaoyer :

- la sélection générative
- la sélection végétative ou clonale.

Toutes deux nécessitent d'abord la constitution de collections qui seront aussi complète que possible ; aux caractères habituellement observés (vigueur, résistance aux divers aléas...) on n'omettra pas d'ajouter des observations concernant l'incompatibilité, l'aptitude au bouturage...

Si on compte poursuivre une sélection clonale, le choix important porte sur les têtes de clone, puisque la multiplication végétative va les reproduire identiques à eux-mêmes. Il faut trois années pour que les boutures prélevées sur la tête de clone, et plantées dans le parc à bois, puissent fournir suffisamment de boutures pour en faire un premier essai clonal. On aura mis ce temps à profit pour éprouver l'aptitude au bouturage et les caractères

d'auto et intercompatibilité.

A l'issue des premiers essais clonaux, dont la durée est de 6 à 7 ans, on retient les clones d'élite. Ils peuvent déjà faire l'objet de diffusion, mais on continue à les tester plus attentivement, en plusieurs localisations, pour en tirer par la suite des clones sélectionnés.

Si on poursuit la voie générative, il faut tenir compte des caractères et de leur transmission ; si l'autogamie est souvent possible, c'est cependant l'allogamie qui est de règle.

L'autofécondation entraînant une baisse de vigueur, on ne s'en sert que comme une étape, permettant par exemple de fixer un caractère intéressant, comme la résistance à une maladie.

L'hybridation permet d'associer les caractères intéressants, avec l'avantage d'une vigueur hybride. On obtient par cette voie des hybrides d'élite dont les graines peuvent être utilisées, ou que l'on peut aussi multiplier végétativement.

La production des semences hybrides se fait le plus facilement dans des champs semenciers où les 2 clones parentaux sont mélangés ; s'il s'agit de 2 clones auto-incompatibles, on récolte autant d'hybrides de chaque sens ; si l'un seulement est auto-incompatible, on ne récolte que celui là, et il suffit alors qu'il y ait un arbre pollinisateur pour plusieurs de l'autre clone. La pratique des champs semenciers nécessite de tenir compte de certains problèmes : les deux clones parents doivent avoir des exigences voisines (ce qui n'est pas le cas en Afrique, des hauts-amazoniens et des amelonado, en ce qui concerne l'<sup>le cas</sup> ombrage), des vigueurs du même ordre (ce qui n'est pas de ceux précités), des périodes de floraison qui s'accordent,...

## 2) Pratique de l'hybridation :

Elle est relativement simple, la disposition des pièces florales et la nature du pollen faisant que la pollinisation ne peut se faire sans l'intervention d'insectes. Il suffit donc d'isoler les fleurs à polliniser, ce qui se réalise de la façon suivante ; les boutons floraux proches de l'épanouissement sont repérés, on applique sur le tronc, autour des boutons, un anneau de pâte à modeler, dans lequel on enfonce un cylindre de matière plastique translucide (10 à 15 cm de diamètre pour 4 à 5 hauteur) fermé par un tissu à mailles serrées. On isole de la même façon les fleurs qui fournissent le pollen. A l'ouverture des fleurs, le lendemain, on sectionne 2 staminodes pour dégager le style, et on pollinise sans tarder en frottant une étamine de la fleur devant servir de père sur les stigmates ; si possible on laisse l'étamine sur

le style, et on remet le tube d'isolement en place pour 48 heures.

Il semble que l'on puisse aussi opérer plus simplement, en ouvrant le soir, avec des pinces, des fleurs prêtes à s'épanouir, en les castrant et en les pollinisant immédiatement avec du pollen provenant d'anthères prélevés le matin, avant leur déhiscence. On coiffe avec un sachet de cellophane, obturé avec du coton. S'il était utile de conserver du pollen, deux solutions sont possibles : le stockage en tubes scellés en présence de chlorure de calcium, à une température de -25/-30° ; la lyophilisation et la conservation sous vide en tube scellé, à température ambiante. La viabilité est maintenue plusieurs semaines ; la deuxième technique permet le transport, mais il faut souligner que le transport de pollen doit rester soumis à des précautions phytosanitaires strictes; en effet, même la lyophilisation n'élimine pas le risque de transport de spores viables de *Molinia roreri*.

### 3) Pratique de la sélection :

a) sélection générative : ses inconvénients sont de deux sortes; en raison du temps minimum nécessaire pour étudier chaque génération, il ne peut s'agir que d'un travail de longue haleine ; le caractère le plus intéressant, la productivité de l'arbre, est trop complexe dans son héritérité ; la pratique montre que les descendances de bons et de médiocres producteurs sont souvent peu différentes.

Par contre, la sélection générative offre des avantages dans deux directions principales. Elle permet l'association de caractères intéressants ayant une bonne héritabilité : ainsi, grosseur de fèves et résistance aux maladies. Elle offre certaines possibilités nouvelles d'exploiter la vigueur hybride ; pour cela, par autofécondations successives, on recherche une plus grande homozygotie en espérant toucher des caractères responsables de la vigueur ; ainsi, malgré une vigueur diminuée due à l'in-breeding, peut-on espérer que, lors de croisements ultérieurs, ces descendances sélectionnées se comporteront mieux comme géniteurs, que le clone initial. En effet, chez le cacaoyer comme en général chez les plantes allogames, la vigueur, donc la productivité, est liée à un certain niveau d'hétérosis.

L'objectif essentiel de la sélection générative, doit donc être de rechercher les géniteurs susceptibles de fournir les hybrides manifestant le maximum d'hétérosis. Et on aura d'autant plus de vigueur hybride que l'origine génétique des géniteurs sera différente. Dans cette optique, les géniteurs haut-amazoniens se sont révélés remarquables.

Dans toute l'Amérique tropicale, ces géniteurs ont été utilisés pour donner avec les clones locaux, des hybrides à la fois vigoureux et résistants à Marasmius et Ceratocystis.

En Afrique, les travaux réalisés ou en cours nécessitent que l'on s'y arrête.

Au Ghana, les premiers haut amazoniens sélectionnés à Trinidad à partir des collections de POUND, furent introduits sous forme de cabosses en 1944, par le W.A.C.R.I ( West African Cocoa Research Institute) Leur comportement par rapport à l'amelonado africain : vigueur exceptionnelle, tolérance relative à l'égard du Swollen Shoot, qualité comparable, décida de leur utilisation directe. Les 10 familles retenues constituèrent des champs semenciers ( au Ghana, Nigeria et Sierra Léone) dont les cabosses furent distribuées aux agriculteurs. A noter que ces 10 familles étaient des F 1 issues de clones sélectionnés et hybridés à Trinidad (parents par conséquent connus). Les graines distribuées aux planteurs étaient donc des F 3.

En même temps que se réalisait cette étape, le WACRI utilisait ces géniteurs dans divers croisements et prodéait à de nouvelles introductions de Trinidad. Les travaux de sélection sont orientés non seulement vers la productivité, mais la résistance au Swollen Shoot, au Phytophtora et à la sécheresse. Après la dissolution du WACRI en 1962 et son remplacement par le Cocoa Research Institute of Ghana (C.R.I.G) et par le C.R.I.N. au Nigeria, l'orientation des travaux dans ce dernier pays se fait essentiellement dans la recherche de types adaptés aux différentes conditions locales, d'où l'introduction du maximum de matériel possible.

En Côte d'Ivoire, les premiers travaux sur ce matériel ont été effectués par le Centre de Recherches de Bingerville, matériel introduit du Ghana. A partir de 1956, des hybridations furent entreprises en pollinisant avec du pollen de ces introductions divers amelonado et trinitario en collection. Les six premières descendances hybrides confirmèrent l'intérêt de ces travaux. A partir de 1959, ceux-ci furent repris par l'I.F.C.C, dont l'orientation fut de réaliser un important programme d'hybridations utilisant comme géniteurs femelles les clones haut-amazoniens, et comme géniteurs mâles soit des trinitario importés, soit des sélections locales de qualité (grosses graines). Environ 440 descendances hybrides furent mises en place en 1964 dans les parcelles d'essai de Bingerville et de la station centrale de l'I.F.C.C à Divo. Les hybrides d'élite retenues à la suite de ces essais ont été testés en différen-

A titre de comparaison : rendement moyen sur 347 100 ha  
en 1968/69 : 411 kg (meilleures régions : Dimbokro : 620)

Prix de revient d'une cabosse : 31 F.;  
Prix de cession = 10 F.

tes localisations. Dans le même temps, des champs semenciers bicolonaux furent implantés, permettant actuellement une distribution de semences hybrides d'élite.

De nouvelles introductions en 1962 ont permis d'étendre ce programme d'hybridations.

L'intérêt de ces hybrides est donné par les premiers résultats observés : dans un essai mis en place en 1961 à Bingerville, les cinq meilleures familles hybrides ont donné plus de 2,5 tonnes de cacao sec à l'hectare pendant les trois années consécutives 1964-1967, deux d'entre elles dépassant 3 t/ha en 1967. En raison du danger plus grand que peut présenter le Phytophtora dans des plantations à rendement élevé, un critère de tolérance a été ajouté à ceux de productivité et de qualité.

L'importance des travaux sur cacao que poursuit l'I.F.C.C. en Côte d'Ivoire est donnée par les quelques chiffres suivants, relevés en 1968 :

- superficies plantées dans les stations :

Bingerville	:	26,3 ha	}	140,77 ha
Abengourou	:	10,6		
Divo	:	102,87		
Guiglo	:	1,00		

- essais extérieurs à Tiassalé, Divo et Oumé.

- première phase du programme d'hybridation : interprétation des résultats obtenus à Bingerville et Divo de 441 hybrides et 622 descendances illégitimes (hybrides naturels).

- 18.715 pollinisations croisées de 1961 à 1968.

- 135.600 cabosses améliorées ou sélectionnées ont été distribuées en 1968, suffisantes pour planter 2700 ha.

Au Cameroun, l'I.F.C.C. poursuit des travaux analogues depuis 1959.

b) sélection végétative : Ce mode de sélection a été longtemps le plus utilisé, depuis qu'il avait été mis au point à Trinidad, vers 1930, la technique du bouturage du cacaoyer.

Son grand intérêt est la reproduction fidèle des caractères de l'arbre sur lequel on a prélevé la bouture ; de plus il est relativement rapide. Chaque fois que l'on a comparé clones et descendances de semis, la supériorité a

toujours été pour les descendances végétatives, sans que l'on puisse relever de différences significatives entre elles.

Ce mode de sélection n'est évidemment pas sans défauts ; les plus importants étant les installations nécessaires de bouturage et l'organisation de la distribution des boutures.

C'est dans les populations trinitario que la sélection végétative connaît le plus de succès, du fait qu'il s'agit de populations hybrides. L'Amérique tropicale diffusa largement les clones sélectionnés de l'Imperial College à Trinidad (I.C.S), de l'United Fruit Co (U F), du Centre Interaméricain du Cacao à Costa Rica (C C), de la station de Palmira en Colombie (S P A et A P A) etc.. En Afrique seul le Cameroun réunissait une plantation de trinitario justifiant la sélection clonale (clones S N K de la station de Nkoemvone).

Les sélections clonales de criollo sont beaucoup moins nombreuses. En dehors du Venezuela, il faut cependant mentionner les sélections en cours à Madagascar, où l'I.F.C.C. s'est attaché à multiplier les meilleurs hybrides naturels criollo -trinitario, qui fournissent 75 % de fèves blanches en fécondation libre, et plus de 95 % pollinisés par criollo ; ces clones "hybrides clairs" sont plus vigoureux et productifs que les criollo purs.

Dans le groupe forastero, en dehors de quelques mutants, ce sont surtout les hybrides entre forastero d'origines différentes, qui ont été exploités en raison de leur extrême vigueur.

Pour terminer ce chapitre, signalons que les organisations professionnelles des pays consommateurs aussi bien que les organisations internationales, se sont toujours efforcées de favoriser et de promouvoir les recherches :

- Conférences interaméricaines du cacao, organisées par le Centre Interaméricain du cacao de l'Institut Interaméricain des Sciences Agricoles de Turrialba (Costa Rica) : 8 conférences de 1947 à 1960.
- Conférences de Londres sur le cacao, organisées en association avec l'Office International du Cacao et du Chocolat (O.I.C.C.) : 10 conférences de 1946 à 1961.
- Conférences internationales sur les Recherches Agronomiques cacaoyères, organisées de 1965 en collaboration avec l'O.I.C.C. :
  - 1965 Abidjan
  - 1967 Bahia
  - 1969 au Ghana.

## V - MULTIPLICATION VEGETATIVE

Nous venons d'en voir tout l'intérêt ; elle n'est cependant pas une pratique culturale courante, la technique étant trop délicate pour supporter la moindre négligence. C'est pourquoi nous en parlerons maintenant. Le bouturage est donc un mode de multiplication presque exclusivement utilisé par les stations de recherches ou les organismes de prévulgarisation chargés de multiplier le matériel sélectionné.

### 1) Le bouturage :

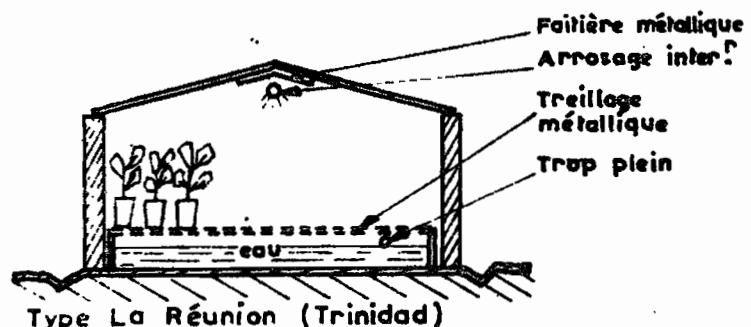
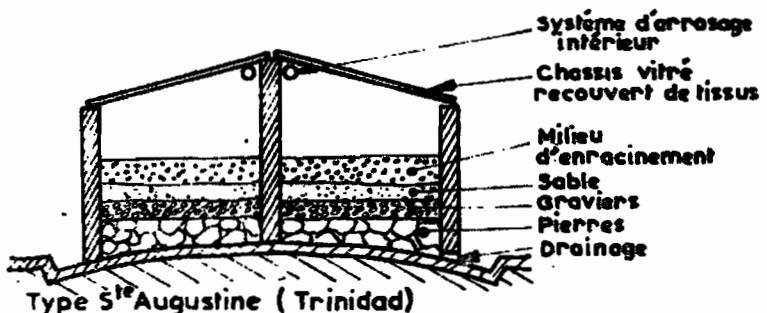
C'est à partir de 1930 que cette technique a été étudiée et mise au point à Trinidad. Avec quelques variantes, la méthode a été adoptée dans les autres pays.

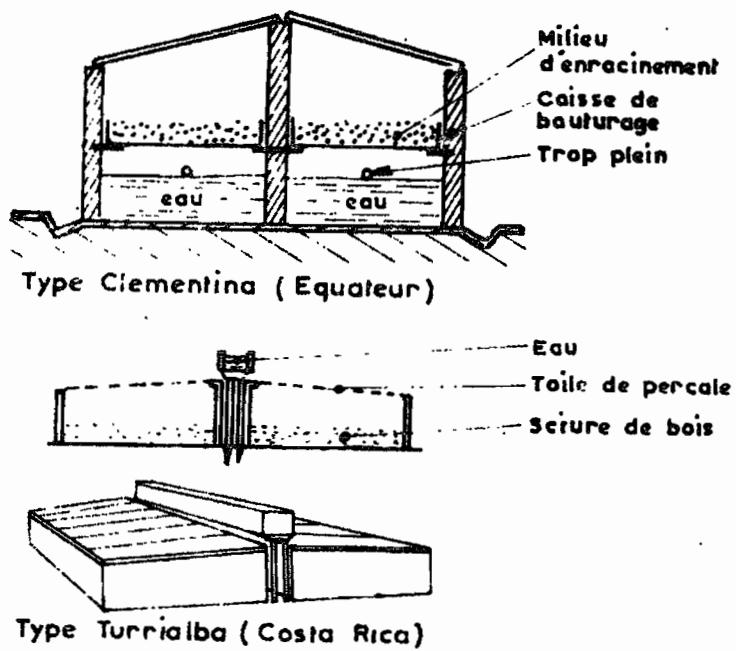
a) facteurs de réussite : l'enracinement d'une bouture de cacaoyer est lié à plusieurs conditions très précises :

- la nature et l'âge de la bouture : le bois doit être jeune, juste auûté (la partie inférieure, encore verte, commence à virer au brun), et porte des feuilles d'ombre, bien vertes et adultes. Il est indifférent de bouturer du bois orthotrope (prélevé sur un gourmand) ou du bois plagiotrope, mais dans la pratique on ne dispose surtout que du second.
- surface foliaire de la bouture : une surface foliaire minimum est indispensable pour répondre aux besoins du système racinaire ; elle doit-être proportionnée à la dimension du bois. Une partie des limbes peut être coupée pour diminuer l'encombrement de la bouture.
- intensité lumineuse : la photosynthèse requiert un éclairement minimum ; trop de lumière entraînerait une accumulation exagérée des hydrates de carbone d'où jaunissement et chute des feuilles ; trop de lumière rend plus difficile aussi le contrôle de la température et de l'humidité atmosphérique. Les bacs de bouturage seront donc ombrés pour ne recevoir que 25 % de la lumière, la moitié seulement de cette lumière pénétrant à l'intérieur des bacs.
- température : les boutures doivent se trouver à 27 - 29°. Comme il ne faut pas dépasser 30°, les journées ensoleillées nécessiteront de rafraîchir l'atmosphère des bacs par des arrosages.

- humidité relative : la bouture ne pouvant guère absorber d'eau par sa coupe (les vaisseaux sont bloqués par des mucilages et des produits d'oxydation), il est indispensable de conserver aux feuilles le maximum de turgescence, en
  - les prélevant tout le matin
  - les plaçant dans des bacs conçus pour maintenir en permanence une humidité relative de 100 %.
- milieu d'enracinement : celui-ci doit réaliser un équilibre satisfaisant entre humidité et aération.  
Trop humide on risque la pourriture. Insuffisamment aéré il se forme des cals qui émergent à travers les lenticelles et retardent l'enracinement. Trop aéré et pas assez humide, il se forme une bourrelet cicatriciel retardant ou empêchant la formation des racines.  
Avec un milieu bien équilibré (vermivulite, sciure de bois décomposée, coir ...) l'enracinement peut commencer en 2 semaines. On compte cependant en moyenne de 3 à 6 semaines.
- hormone rhizogène : l'emploi de substances de croissance est favorable, la plus active étant l'acide béta-indol-butyrique à 0,7 - 0,8 %, soit en solution dans l'alcool à 60 % (trempage rapide du talon de la bouture), soit en poudre mélangée avec du talc et éventuellement un fongicide (phyton).

b) les bacs de bouturage : on les appelle aussi propagateurs, et il en existe plusieurs types.





Différents types de bacs de bouturage

Le type Sainte Augustine est le plus ancien , son inconvénient est de nécessiter un repiquage délicat à la sortie du propagateur. Aussi l'a-t-on modifié, en remplaçant le milieu d'enracinement par des paniers garnis de terreau, un évidemment cylindrique, garni de milieu d'enracinement, étant pratiqué dans le terreau. Il n'y a donc plus de problèmes de repiquage de la bouture enracinée (Fig. 6).

Le type La Réunion, est un propagateur plus commode pour recevoir ces paniers. Le modèle Clémentina a inspiré une variante utilisée par l'I.F.C.C. au Cameroun et en Côte d'Ivoire. À lieu d'être placées directement dans la sciure des caisses, les boutures sont mises individuellement dans des petits pots de plastique translucide , percés de nombreux trous, et remplis de sciure. Les pots sont placés dans les caisses de sciure; les racines étant visibles le long des parois translucides du pot, il est facile de contrôler l'enracinement et le dépotage est très facile.

Le modèle Turrialba, destiné à des petits planteurs, a ceci de particulier

que l'eau de la gouttière est destinée à imbiber en permanence le tissu de percale protecteur.

D'autres procédés existent.

A condition d'avoir une aire de bouturage bien drainée, on peut supprimer toute installation et la remplacer par un arrosage continu par aspersion maintenu de 7 à 18 h (Turrialba).

Au Ghana on a utilisé avec succès une technique simple, consistant à recouvrir de polyéthylène des groupes de 100 paniers préparés comme ci-dessus (terreau + milieu d'enracinement) ; pour réussir il faut arroser copieusement avant de recouvrir en maintenant le film bien au sol tout autour, ombrer pour ne laisser passer que 15 % de lumière.

A Madagascar, on a perfectionné cette méthode en utilisant le film de polyéthylène sur des chassis légers.

Les solutions au problème du bouturage sont donc nombreuses, mais nécessitent toutes beaucoup de soins.

c) technique du bouturage : l'arbre "tête de clone" donnant un nombre limité de boutures, celles-ci servent à la plantation d'un parc à bois, que l'on conduira de façon à ce qu'il fournisse toutes les boutures nécessaires. L'établissement du parc à bois doit tenir compte de la fertilité du sol, pour que l'ombrage soit adapté à la végétation des cacaoyers. L'ombrage interceptera entre 50 et 80 % de la lumière (50% dans le cas d'un sol riche, avec apport fractionné d'engrais azotés ; pulvérisation d'urée à 1%). Les plants sont distants de 1 m à 1,5 m, et exploités à partir de la fin de la deuxième année de plantation ; chaque plant fournit 5 à 10 boutures en 3ème année, et 40 à 50 par an à partir de la 4ème (beaucoup plus si on irrigue en saison sèche). Les boutures s'enracinant mieux lorsqu'elles proviennent d'arbres jeunes, il convient de rajeunir le parc à bois par la taille, et de ne pas l'exploiter plus de 8 à 10 ans.

Le prélèvement des rameaux se fait tot le matin, en sectionnant les rameaux adultes de la dernière poussée végétative juste au dessus des bourgeons sans feuilles qui marquent le début d'une poussée. Le rameau prélevé porte 7 - 8 feuilles. Transporté au centre de bouturage, on le transforme en boutures. Selon la quantité de matériel disponible, on prépare des boutures à 1, 2, 3, 4 ou 5 feuilles (Fig. 7).

La base de la bouture est taillée au greffoir ; le limbe des feuilles conservées est réduit de moitié ou des deux tiers avec des ciseaux ; la bouture ainsi parée est traitée aux hormones et mise en place.

En Côte d'Ivoire il y a 3 centres de multiplication primaire, pouvant produire chacun 600 000 boutures : 400 000 en sus et 200 000 racinées seulement. Les centres secondaires ne font que de la bouture racinés. On s'oriente vers le paiement partiel du matériel fourni.

Une fois enracinées, les boutures doivent subir une période d'acclimatation d'environ une semaine, soit dans le propagateur lui-même, progressivement aéré et mis aux conditions extérieures, soit sous ombrière de stockage. Si les boutures doivent être repiquées, elles le sont après l'acclimation. L'usage des sachets en matière plastique s'est maintenant imposé ; le repiquage doit-être fait avec beaucoup de soins (Fig. 8). Placées sous une première ombrière, dite d'endurcissement, elles ne doivent recevoir que 25 - 30 % de lumière (au Cameroun on utilise des hangars à toiture partiellement translucide).

Après 6 - 8 semaines, le matériel est passé à l'ombrière de stockage dont l'ombrage est plus réduit (40 % de lumière). Les plants y restent jusqu'à plantation, c'est à dire au moins 6 mois.

Cette période d'endurcissement et de stockage nécessite des soins : paillage, contrôle de l'herbe, traitements phytosanitaires, pulvérisations d'urée, éventuellement recharge en terreau (cas des boutures faites directement en panier ou sac plastique).

Aux différentes étapes de la préparation de ce matériel, il se produira des pertes ; au total elles ne doivent pas dépasser 50 % des boutures préparées. Un taux de réussite de 70 % est considéré comme très satisfaisant.

Le pris de revient d'une bouture prête à la plantation est difficile à préciser. On estime qu'il serait de l'ordre de 40 F CFA au Cameroun et à Madagascar.

A titre indicatif, les deux centres de bouturage du Cameroun livrent 600 000 boutures/an.

## 2) Le greffage :

Il ne constitue pas une méthode de multiplication industrielle, mais peut présenter de l'intérêt en station, pour multiplier du matériel disponible en petite quantité, ou reçu sous cette forme de l'extérieur.

On peut procéder en écusson (sur semenceau de 3-4 mois) ou par approche. Nous signalons la technique particulière de la station d'Introduction des plantes de Miami (1), dont le souci est de ne distribuer que du matériel génétique sain à partir de sa collection. Les arbres en collection, pouvant être porteurs du virus du Swollen Shoot sans le manifester, on leur greffe comme indicateur, un rameau de clone sensible ; On utilise la greffe de côté (voir Fig.9).

) Sur cette station ainsi que celle de Mayaguez (Porto-Rico), ont été constituées à l'investigation du Département de l'Agriculture des Etats Unis, deux collections génétiques de cacaoyers (plus de 200 clones) conduits dans des conditions de quarantaine vigoureuses. Par l'

intermédiaire de la F.A.O., le gouvernement américain met l'installation de quarantaine et les collections de ces deux stations, à la disposition de tous les pays producteurs de cacao qui voudraient faire des échanges de matériel à des fins génétiques.

### B - SON ECOLOGIE

Dans ce domaine, les interactions sont généralement complexes, et il est souvent difficile de préciser l'influence de tel ou tel facteur. Le cacao en fournit un bon exemple en ce qui concerne l'ombrage. Originaire de la grande forêt tropicale amazonienne, on pouvait penser qu'un ombrage forestier lui était indispensable. Or, on sait maintenant, qu'en supprimant l'ombrage dans certaines conditions, on obtient des rendements très supérieurs.

#### I - FACTEURS CLIMATIQUES

##### 1) La température :

*Cacao 1960*

Un premier point important concerne l'éventuelle influence de ce facteur sur le rythme de croissance. Une corrélation certaine existe entre les écarts quotidiens de  $t^{\circ}$  et le débourrement des bourgeons, et on a relevé six fois plus de poussées foliaires en plaçant les cacaoyers à  $30^{\circ}$  au lieu de  $22^{\circ}$ . Cependant, les variations de  $t^{\circ}$  sont insuffisantes pour expliquer le rythme naturel des poussées. Il est donc possible que la corrélation observée ne soit qu'une coïncidence, l'explication des deux périodes de poussées particulièrement régulières et abondantes que l'on observe dans tous les pays (mars-avril et septembre-octobre) résidant dans l'intensité des radiations solaires aux périodes d'équinoxes.

La température intervient dans la surface foliaire de l'arbre. Une augmentation de la  $t^{\circ}$  au dessus de  $27^{\circ} \text{C}$  le jour et  $22^{\circ}$  la nuit, diminue le nombre de feuilles par poussée, leur surface, et leur longévité ; ce qui se répercute sur la croissance en épaisseur du tronc.

Sur la floraison, une élévation de  $t^{\circ}$  l'augmente à condition que les nuits restent au dessous de  $27^{\circ}$ . Une  $t^{\circ}$  constante de  $31^{\circ}$  empêcherait toute floraison.

Enfin, une température nocturne trop basse ( $< 15^{\circ}$ ) favorise le Phytophtora, agent de la pourriture brune des cabosses.

De ces observations il résulte que l'optimum se situerait à environ 25° de moyenne, la moyenne des minima quotidiens ne devant pas atteindre 15° et le minimum absolu 10°. Ce sont donc des conditions équatoriales de basse altitude. On relèvera cependant quelques exceptions : 20° de latitude sud pour certaines plantations au Brésil et à Madagascar, 700 m d'altitude au Cameroun et 1000 - 1400 m en Ouganda.

Dans ces régions marginales, les arbres d'ombrage peuvent jouer un rôle de régulateur thermique.

## 2) La pluviométrie :

La disposition et le faible pouvoir de succion de son système radiculaire, rend le cacaoyer sensible au régime hydrique. Son comportement est sensiblement celui du bananier : optimum de croissance pour une teneur en eau du sol supérieure aux 2/3 de l'eau utilisable, et arrêt total à partir de 1/3 seulement.

L'ouverture des stomates et le port des feuilles répercutent l'insuffisance d'alimentation en eau.

Plus que le volume des pluies, c'est leur répartition qui sera donc importante : 1250 mm bien répartis sont un minimum ; il n'y a pas de maximum si le sol draîne convenablement ; trois mois consécutifs de saison sèche constituent le maximum supportable. Dans ce dernier cas, un ombrage peut, là encore, jouer un rôle régulateur.

Sans doute l'irrigation est-elle susceptible de remédier à une pluviométrie insuffisante ; cette pratique, exceptionnelle pour le cacaoyer, se rencontre cependant dans certaines régions du Venezuela où la pluviométrie ne totalise que 800 mm sur 6 mois.

Le cas de Sambirano à Madagascar illustre combien il est souvent imprudent d'isoler un facteur : la culture cacaoyère y est possible avec 6 - 7 mois de saison sèche (moins de 375 mm de pluies pendant cette période), en raison des qualités du sol : alluvions limonosableuses très perméables permettant une remontée de l'eau de la nappe, laquelle ne descend jamais au dessous de 4 m.

Une humidité atmosphérique élevée, éventuellement favorisée par des brise-vents et des arbres d'ombrage, peut atténuer les effets d'une saison sèche.

## 3) La lumière et le rôle de l'ombrage :

Nous avons déjà relevé l'effet marqué que les radiations auraient sur le développement des poussées foliaires, alors que par ailleurs on pouvait

penser, connaissant les conditions de végétation naturelles du cacaoyer, que c'était une plante d'ombrage type. Or, dans les conditions naturelles, le cacaoyer est toujours un médiocre producteur.

Les conditions dans lesquelles la lumière intervient dans les processus physiologiques de la plante sont complexes.

Comme nous l'avons déjà noté au passage, la lumière influence la morphologie des feuilles. Celles qui se développent à la lumière sont petites, épaisses, de couleur pâle et vieillissent rapidement ; alors que sous ombrage (l'auto-ombrage suffit) elles sont plus grandes, plus minces, vert sombre. Cette adaptation des feuilles à l'éclairement fait que tout changement brusque dans les conditions d'éclairement (suppression des arbres d'ombrage, défoliation de la partie supérieure de la frondaison par maladie ou attaques d'insectes) entraîne pour l'arbre de graves inconvénients par suite de la défoliation qui en résulte.

Le comportement des stomates à la lumière, semble confirmer que le cacaoyer n'est pas typiquement une plante d'ombre ; en effet, si le régime est satisfait, il n'y a pas fermeture, même partielle, des stomates en pleine lumière ; ils gardent leur ouverture maximum toute la journée.

Le fait que les fortes intensités lumineuses ont sur la photosynthèse un effet dépressif, ne doit pas être interprété comme une nécessité d'ombre ; la partie la plus importante du feuillage est auto-ombragée.

Les observations faites à Trinidad concernant l'effet de la lumière sur la croissance, la nutrition et la production du cacaoyer, montrent que

- pendant les deux premières années, la meilleure croissance (en épaisseur) est obtenue avec 50 % seulement de la lumière totale.
- ensuite l'auto-ombrage intégrer, l'intensité humineuse optimum augmente, pour atteindre 100 % après 4 années.
- les engrains (azotés essentiellement) ne marquent réellement qu'à partir du moment où la plante reçoit un éclairement maximum, donc après 4 ans.
- sans engrains, les récoltes sont maximum avec un éclairement de 50 % au début et 70 % vers la 4ème année de récolte.

Il résulte de ces observations importantes que la réaction de la plante à la lumière est étroitement liée à sa nutrition. Plus élevées sont les disponibilités en éléments minéraux, plus grand doit être l'éclairement si on veut obtenir le rendement optimum. Inversement, si la nutrition n'est pas bien assurée, le rendement potentiel maximum sera plus faible et ne pourra être obtenu que sous

ombrage.

Les conclusions à tirer sont importantes, mais doivent être prudentes. Une première chose est certaine, c'est la nécessité d'ombrer les jeunes cacaoyers, l'ombrage devant intercepter 50 à 75 % de la lumière. Son rôle est double, ombrer les jeunes arbres, et couvrir le sol en attendant que les cacaoyers le fassent eux-mêmes.

La deuxième conclusion sera qu'en grandissant, l'auto-ombrage intervenant, l'ombrage ne devra plus intercepter que 30% de la lumière. La transition de la première à la deuxième situation doit être d'autant plus rapide que la densité de plantation est grande.

Faut-il aller jusqu'à la suppression totale de l'ombrage ? Il est établi que l'on ne peut obtenir le rendement maximum d'un cacaoyer adulte qu'en pleine lumière, mais plusieurs conditions doivent alors être remplies : approvisionnement en eau satisfaisant, éléments minéraux disponibles, traitements insecticides et anticryptogamiques. Ainsi, à Bingerville, certaines familles hybrides ont-elles fourni des rendements annuels moyens de plus de 3t/ha pour leurs cinq premières années de production.

Cependant, les facteurs d'environnement ne pouvant toujours être contrôlés (saison sèche anormale par exemple) les arbres d'ombrage intervenant également dans la régularisation du microclimat de la plantation, il sera prudent de maintenir un couvert léger (retenant au maximum 25% de la lumière) qui aura pour effet d'atténuer les effets qui pourraient avoir des conditions adverses momentanées.

On se rappellera que la suppression partielle de l'ombrage devra se faire progressivement, afin de ne pas entraîner les troubles physiologiques dont nous avons fait état précédemment.

## II - FACTEURS EDAPHIQUES

Contrairement à l'opinion longtemps admise, selon laquelle le cacaoyer était une des plantes tropicales cultivées les plus exigeantes, cette plante s'adapte au contraire à bien des situations de sol, même très médiocres. Sans doute ne faudra-t-il pas en attendre le maximum ; mais si les autres conditions écologiques sont favorables et l'ombrage adéquat, la production peut être satisfaisante.

Les éléments minéraux joueront un rôle favorable, surtout dans l'horizon supérieur prospecté par les racines latérales, mais la caractéristique la plus importante du sol sera, ici encore, sa structure physique.

... avec un C/N de l'ordre de 9 à 10 ( d'où l'importance capitale d'une préparation de la cacaoyère conservant au maximum la matière organique - cf. dispositions prévues pour les plantations sur le domaine de l'Ecole d'Abobo).

Le sol idéal est un compromis entre ces deux exigences parfois contradictoires : une bonne rétention en eau, une bonne aération. La profondeur et la structure du sol, sa composition (taux d'argile) seront plus ou moins importants selon le volume et la répartition des pluies. Le facteur sol doit être envisagé en relation avec les autres facteurs écologiques.

Pour revenir à la fertilité du sol, la seule connaissance des teneurs en éléments nutritifs ne permet pas de se prononcer sur l'aptitude du sol à la culture cacaoyère. Les sables tertaires de Côte d'Ivoire, malgré leur pauvreté minérale permettent de bons rendements, et ce, malgré leur pH très bas (4,5 à 5); sur de tels sols on évitera d'apporter des engrains acidifiants, comme le sulfate d'ammoniaque.

Si la fertilité minérale apparaît secondaire, par contre la teneur en matière organique de l'horizon de surface doit être importante (3,5% serait un minimum), à la fois pour participer à l'alimentation de la plante et pour améliorer la texture du sol et son pouvoir de rétention en eau.

Une façon pratique de corriger les déséquilibres nutritionnels est de connaître les symptômes des différentes déficiences. Ceux-ci ont été établis - entre autres en Côte d'Ivoire - à partir de cultures sur sable et solutions nutritives.

- la déficience en azote se traduit par des feuilles plus petites, avec jaunissement du limbe et des nervures.
- la déficience en potassium commence par une décoloration jaune de part et d'autre de la nervure centrale, se poursuivant par la formation de taches nécrotiques brunes (fréquent sur sables tertiaires en Côte d'Ivoire, et aussi lorsque les sols sont trop riches en calcium et magnésium).
- la déficience en zinc, provoque des malformations foliaires que des pulvérisations de sulfate de zinc font disparaître.

Le cacaoyer bénéficie aussi des possibilités du diagnostic foliaire, pour lequel LOUE a établi la table - guide suivante (I.F.C.C - Bulletin n° 1, 1961) :

## Teneur des feuilles

	Insuffisante: déficience grave	Faible : déficience sans symptôme foliaire	Normale
N	< 1,80	1,80 - 2,00	> 2,00
P	< 0,13	0,13 - 0,20	> 0,20
K	< 1,20	1,20 - 2,60	> 2,00
Ca	< 0,30	0,30 - 0,40	> 0,40
Mg	< 0,20	0,20 - 0,45	> 0,45

S'il fallait conclure en ce qui concerne le milieu écologique souhaitable pour le cacaoyer, on ne pourrait qu'attirer l'attention sur l'imbrication des différents facteurs en cause, parmi lesquels l'ombrage joue un rôle particulier à cette plante. Tous les facteurs en cause n'ont pas encore été envisagés, et les aléas phytosanitaires doivent ne pas être négligés.

## C - SA CULTURE

I - MISE EN PLACE1) Préparation du terrain :

Nous admettrons que les conditions écologiques sont favorables à l'implantation d'une cacaoyère (plus particulièrement température et régime hydrique, structure du sol et abondance de la couche humifère) ainsi que quelques autres facteurs comme la topographie, l'approvisionnement en eau pour la pépinière et les traitements phytosanitaires.

Reste un point important à examiner avant de décider de l'implantation : celui de la nature du couvert.

Les problèmes ne se posent pas de la même façon si le sol est occupé par la forêt, déforesté depuis longtemps, ou occupé par une ancienne plantation de cacaoyers ou cafériers.

a) plantation après forêt : c'est le cas le plus favorable et aussi le plus général ; mais il n'est pas aussi simple que l'on pourrait penser à première vue. S'étant assuré que les pourridisés (en particulier Leptoporus lissus) et des arbres nuisibles au cacaoyer, ne font pas obstacle au choix

la parcelle ; plusieurs cas sont à envisager :

- le sol est occupé par une forêt ancienne : et deux solutions sont alors possibles.

- planter sous forêt éclaircie après abattage sélectif :

on débroussailler le sous-bois, on abat les arbres antagonistes du cacaoyer (1) (du fait de leur présence ou parce qu'ils servent de plante hôte) et on éclaircit le reste pour doser convenablement l'ombrage à conserver.

L'aménagement est donc rapide et les frais limités, mais il présente des inconvénients graves dont l'I.F.C.C. a fait l'expérience à Divo. L'équilibre de la forêt est détruit et il se produit de nombreuses chutes d'arbres au moment des orages ; il est difficile aussi d'obtenir un dosage parfait de l'ombrage.

#### (1) En Côte d'Ivoire

on supprimera : comme antagonistes :

<i>Piptadeniastrum africanum</i>	(Dabema)
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	(Samba)
<i>Chidlovia sanguinea</i>	(Bâla)
<i>Nesogordonia papaverifera</i>	(Kotibé, Aiya)
<i>Cola nitida</i>	(Cola)
<i>Corynanthe pachyceras</i>	(Ehémân)

comme plante hôtes :

toutes les Sterculiacées	: <i>Cola</i> , <i>Sterculia</i> ...
toutes les Bombacées	: <i>Ceiba pentandra</i> (fromager), <i>Bombax</i> ...

et pour leur couvert trop bas et dense :

<i>Myrianthus preussii</i>	(Grand wounian)
<i>Treculia africana</i>	(Bledendou)
<i>Rauwolfia vomitoria</i>	(Inékichébi)
<i>Conopharyngia</i>	(Glagla)

et on respectera :

Terminalia	(Framiré)
Chlorophora excelsa	(Iroko)
Albizzia	
Alstonia boonei	(Emien)
Ficus vogeliana et exasperata	(Figuier)
Entandrophragma	(Sipo)
Antrocaryon	(Akoua)
Pycnanthus angolensis	(Oualébé)
Canarium schweinfurthii	
Epathodea campanulata	

- planter sous ombrage reconstitué après abattage total :

c'est une solution onéreuse, mais rationnelle :

Deux variantes sont encore possibles :

+ planter sous recrû naturel : un ou deux ans après l'abattage, on ouvre des layons dans le recrû naturel et on y plante des cacaoyers.

On contrôle le recrû des interlignes en laissant se développer les arbres pouvant rapidement constituer l'ombrage définitif (si on en désire un).

+ planter sous ombrage artificiel : cette technique est surtout utilisée en dehors de l'Afrique, et distingue deux ombrages :

x un ombrage temporaire, à croissance rapide, afin de pouvoir planter les arbres aussitôt que possible après le défrichement. En Côte d'Ivoire on recommande Flemingia, le Tithonia conviendrait aussi bien, quant à la banane plantain, elle permet un premier revenu.

x un ombrage définitif, qui peut être soit des essences forestières spontanées que l'on conserve (cas général en Afrique), soit des essences plantées spécialement : Erythrina divers, Inga, Albizzia, Cassia, Terminalia (tous ceux-ci convenant en Afrique) etc...

- le sol est occupé par une forêt récente : ce cas rappelle celui consistant à planter sous recrû naturel, puisqu'une forêt récente n'en constitue qu'un stade plus avancé. Après élimination des arbres antagonistes, on

tracera des layons pour planter ; le sous bois sera supprimé progressivement, le couvert étant assuré par les jeunes arbres conservés.

b) plantation sur sol déforesté : il est courant, en Afrique, d'établir une culture pérenne après les cultures vivrières faites sur défrichement de forêt. Cette pratique est à déconseiller formellement, les sols ayant été épuisés par les cultures vivrières successives. Il faut au moins attendre que le recrû ait reconstitué une ambiance forestière, c'est à dire une dizaine d'années.

Cette possibilité n'est à envisager que sur certains sols alluvionnaires riches (Madagascar, Amérique tropicale), en n'oubliant pas les problèmes d'ombrage.

c) replantation : si l'ancienne plantation est médiocre jusqu'à dans son ombrage, il vaut mieux tout enlever et opérer comme décrit plus haut. Si l'ombrage est satisfaisant et les anciens cacaoyers encore exploitables, on peut planter les jeunes dans l'interligne, en ayant soin de couper autour des jeunes arbres les racines traçantes des anciens. Ceux-ci seront supprimés progressivement, permettant encore un revenu pendant que la jeune plantation se développe.

Densité et dispositifs de plantation : La plantation en lignes est la plus simple, celles-ci pouvant éventuellement suivre les courbes de niveau. Elle est aussi la plus pratique pour appliquer les techniques d'aménagement que nous avons décrites. La densité de plantation devra tenir compte du matériel végétal utilisé et des conditions écologiques. Mais elle sera d'autant plus forte que les conditions seront médiocres, l'objectif essentiel étant de couvrir le sol rapidement et efficacement.

En fait, les densités observées sont très variables dans le monde. Elles vont de 490 arbres/ha en Papouasie et Nouvelle Guinée ( $4,5m \times 4,5m$ ) à 2500 arbres/ha au Ghana. En Colombie, Equateur ... on plante  $4 \times 4$  (625 arbres/ha); à Trinidad on conseille  $3,6 \times 3,6$  (770 arbres/ha); au Brésil de  $3 \times 3$  à  $4 \times 4$ ; au Ghana on recommande  $2,4 \times 2,4$  (1730 arbres/ha) et en Côte d'Ivoire et Cameroun  $3 \times 3$  (1110 arbres/ha). Cependant, pour la Côte d'Ivoire, l'expérience récente montre qu'avec une réduction de l'ombrage on peut atteindre des rendements plus élevés à condition de planter plus serré : 3 m entre lignes et 2 ou 2,50 sur la ligne (1320 - 1660 arbres/ha).

## 2) Préparation du matériel végétal :

Elle ne se pose pas si on peut disposer de plants enracinés issus d'un centre de multiplication. Dans le cas contraire on partira donc de graines. La pratique habituelle, aussi bien en Afrique qu'au Brésil est de semer en place. Or, les avantages de la pépinière sont nombreux :

- on peut semer quand les graines sont disponibles, quelque soit la saison
- l'aménagement d'une pépinière de cacaoyers est à la portée de tous les planteurs
- les plants sont élevés dans les conditions les meilleures
- les plants peuvent être sélectionnés au moment de la mise en place
- on gagne du temps puisqu'on peut établir la pépinière avant que le terrain ne soit prêt
- on met en place au bon moment des semenceaux ayant bien démarré dans la vie, plus apte à se défendre contre les aléas, et plus faciles à entretenir.

a) aménagement de la pépinière : l'emploi des sachets en polyéthylène simplifie considérablement les opérations. A raison de 25 sachets au m<sup>2</sup>, disposés en planches, il suffit de 75 m<sup>2</sup> de pépinière par ha de plantation. On choisira un endroit facile à surveiller, disposant d'eau, au dessus duquel on aménagera un ombrage dense (retenant les 3/4 de la lumière au début).

b) semis et entretien : on sème une graine par sachet, rempli de terre humifère, ou d'un mélange terre-compost. Comme il est préférable de conserver des ca-bosses que des fèves, on sème la graine fraîche, telle quelle. Toutes les graines sont valables. On les place verticalement, la partie la plus grosse en bas, juste recouverte.  
La levée se fait en 1 ou 2 semaines.  
Le séjour en pépinière dure 4 à 6 mois, pendant lesquels on se contente d'arroser, de désherber et de traiter si nécessaire.

## 3) Plantation :

La trouaison doit toujours se faire longtemps d'avance. Des trous de 40 x 40 x 40 sont suffisants, mais on les remplit qu'avec de la terre de surface. La plantation se fait dès que les pluies de la grande saison des pluies sont bien installées (avril-mai). Les planteurs qui ne font pas de pépinière ne trouvent que peu de semences à cette époque, aussi sèment-ils en septembre-octobre,

Le grammoxome pourrait cependant être intéressant dans les jeunes cacaoïères.

ce qui est à déconseiller.

Avec les plants en sachets de polyéthylène les opérations sont simples. Il est cependant nécessaire de retirer le sachet, ce qui se fera en deux temps : la motte, couchée sur le sol, est sectionnée d'un coup de matchette à quelques centimètres du fond, puis mise en place dans le trou ; le cylindre de plastique restant est tiré ensuite vers le haut. On tasse correctement, on paille, et on place pour quelques semaines un abri provisoire en feuilles de palmier.

## II - ENTRETIEN

### 1) Soins divers :

Normalement, la reprise est excellente et les remplacements peu nombreux.

Le travail le plus important est certainement celui du réglage de l'ombrage. Si l'ombrage provisoire est réalisé par la haie de recré des interlignes, ou par la plantation d'une espèce comme *Manihot glaziovii* (caoutchoutier de Cerea), il suffit de l'élaguer au début ; vers la 3ème ou 4ème année, on supprime cet ombrage, pour ne conserver que les arbres nécessaires à l'ombrage correspondant à la vigueur des cacaoyers. Cet ombrage sera encore éclairci par la suite ; pour ne pas causer de dégâts en supprimant des arbres, il est préférable de les empoisonner avec un produit à base d'arsenic ( arsenite de soude par exemple).

L'entretien du sol doit être nul. Après la disparition de l'ombrage provisoire, le couvert est suffisant pour que rien ne pousse plus. Si nécessaire on élimine quelques adventices à la matchette, ce qui n'est pas toujours sans inconvénient pour les racines des cacaoyers. Les herbicides seraient préférables mais aucun n'est entré dans la pratique courante. On retiendra que même le sarclage est à proscrire.

La taille du cacaoyer est une opération beaucoup plus simple que chez d'autres plantes arbustives. Il n'y a de taille de formation que pour les boutures plagiotropes, et il n'y a pas de taille de fructification. Le cas le plus fréquent est donc la seule taille d'entretien : celle-ci s'effectue fin de la saison sèche, et consiste à supprimer tous les gourmands (ce qui peut être fait plus fréquemment), les bois malades ou morts, et à éclaircir éventuellement la frondaison. L'élagage intérieur, dans le but d'aérer, doit être très prudent ; il vaut mieux réduire le couvert des arbres d'ombrage. Dans le cas d'un arbre bien abîmé pour une raison accidentelle quelconque

A Bingerville l'équilibre le plus opportun serait du type I0.5.20

A Divo, sur sol issu de granito gneiss, les ~~andina~~ répondraient à un équilibre du type 5.25.30.

on recèpe à 20 cm et on garde le rejet le plus vigoureux.

La taille de formation des boutures ~~plagiotropes~~ peut être nécessaire pour permettre aux arbres d'avoir un port plus élevé. Elle consiste, deux ou trois ans après la plantation, à tailler les branches les plus basses, pour ne conserver que 2 ou 3 branches principales donnant une couronne bien équilibrée. Cette taille doit être prudente.

## 2) Fertilisation :

Contrairement à ce que l'on observe chez les autres plantes avec une utilisation rationnelle des engrais, le cacaoyer ne fournit que des résultats décevants, et de rentabilité toujours douteuse jusqu'à ce jour.

L'apport d'engrais minéraux est donc pratiquement inexistant. Cependant, nous avons déjà vu que l'effet des engrais sur la production du cacaoyer apparaissait en relation avec les conditions d'éclairement, la suppression totale de l'ombrage se traduisant par un besoin élevé en azote.

On peut donc affirmer qu'il conviendrait de repenser le problème dans le contexte d'une culture intensive, sans ombrage permanent (ou très réduit), et avec un matériel végétal très sélectionné. Les engrais pourraient alors être rentables.

De tous les essais ayant été réalisés ou en cours, il se dégage pour l'instant deux résultats : effet positif d'une fumure fractionnée en 6 applications; effet principal dû à la potasse (I.F.C.C. Bingerville).

L'étude des carences et des déficiences minérales a cependant été très poussée, et s'il paraissait un jour nécessaire d'en identifier sur le terrain, on se reporterait avec profit aux 24 planches en couleurs de LOUE.

## 3) Protection phytosanitaire :

La culture du cacaoyer est soumise à de multiples aléas d'ordre parasitaire (insectes et maladies cryptogamiques) ou viral. La nature de ceux-ci, et leurs dégâts, sont très variables d'une zone de culture à l'autre. Il est très important de pouvoir faire face.

a) généralités : la surveillance phytosanitaire doit commencer avec la pépirière. Des ennemis non inquiétants pour des arbres adultes peuvent être dangereux pour les jeunes arbustes, dont le développement pourrait se trouver compromis.

Quand à une plantation adulte, son bon état de production nécessite généralement des traitements.

En Afrique, trois grands fléaux doivent retenir l'attention :

- les Mirides, qui attaquent toutes les plantations de l'Ouest Africain.
  - le Phytophtora palmivora, qui provoque la pourriture brune des cabosses ( traitement indispensable au Cameroun et au Nigeria).
  - le virus du Swollen Shoot, qui justifie d'importantes interventions au Ghana, au Togo et en Nigeria.
- b) insectes parasites : la famille qui domine de loin l'ensemble des insectes nuisibles du cacaoyer, est celle des Mirides, insectes piqueurs, souvent appelés capsides du cacaoyer.
- Les Mirides du cacaoyer

Ordre des Hémiptères Hétéroptères - insectes piqueurs.

- Sahlbergella singularis = Afrique (Fig. 10)
- Distantiella theobromae = Afrique de l'Ouest (Fig. 11)
- Monalonion = Amérique
- Helopeltis = partout (Fig. 12)

Il s'agit de punaises aux téguments mous ou peu sclérifiés, avec appareil piqueur développé.

Les oeufs sont insérés dans les tissus tendres ( gourmand par ex.) ; l'incubation est longue : 12 - 15 jours. Les larves s'alimentent sur rameaux, gourmands, cherelles, cabosses ; chaque piqûre donne une nécrose,

Stade larvaire 15 - 25 jours.

Sur rameau la piqûre est une porte d'entrée pour Calonectria, qui entraîne un déssèchement.

La rupture du couvert, la présence de plants hôtes, une pluviométrie régulière et l'abondance des cabosses, sont autant de facteurs favorisant les attaques de Mirides.

Par contre, un auto-ombrage régulier, la présence de prédateurs, les pluies battantes ou une sécheresse prolongée, sont autant de facteurs défavorables pour le parasite.

En Afrique c'est entre Juin et Octobre que la multiplication des Mirides rend les interventions insecticides les plus efficaces. On lutte essentiellement avec du lindane ( et surtout pas d'HCN, qui communiquerait aux

Protection efficace contre les mirides avec SOLO 423  
muni de gicleurs mettant 40<sup>l</sup>/ha.

fèves un goût que rien ne permet d'effacer ) (300 g m. a./ha soit en pulvérisation, soit en atomisation, soit en nébulisation thermique utilisant un mélange de gazoil et d'une solution huileuse à 15% de lindane), quoique au Ghana on ait noté l'apparition de lignées résistantes chez *Distantiella* contre lesquelles on utilise le carbamate.

Pour être efficace, la lutte est organisée à l'échelon national dans les pays intéressés. Les travaux de recherches se poursuivent au Ghana et au Nigeria, où une équipe de chercheurs consacrés aux Mirides est financée depuis 1965 par l'O.I.C.C. ; elle travaille en liaison avec l'I.F.C.C.

La lutte doit aussi être envisagée sous l'angle de la résistance variétale ; des réactions diverses ont été notées au Cameroun.

#### - Les Cochenilles ou Coccides du cacaoyer :

Elles affaiblissent la plante par prélèvement de sève et elles sont vectrices de virus.

- *Pseudococcus njalensis* (Fig. 13)
- *Pseudococcus citri*
- *Ferrisia virgata*

Lutte : insecticides systématiques Bidrin et Azodrin (toxique pour l'homme).  
(dieldrine contre les fourmis vectrices).

#### - Les punaises pentatomides :

Leurs piqûres donnent des lésions chancreuses sur rameaux, cherelles, cabosses.

- *Atelocera serrata* (Fig. 14)
- *Barthycocelia ovalis* (Ghana, Nigeria) (Fig. 15)

#### - Le Psylle du cacaoyer :

- *Mesohomotoma tessmanni* (Fig. 16)

Les piqûres déterminent le recroquevillage des feuilles et une défoliation. Les attaques sont parfois sévères dans les frondaisons en plein soleil.

Insecticide = parathion.

#### - Les Cicadelles :

- *Empoasca*
- *Typhlocibe*

Les jeunes feuilles piquées se recroquevillent et il apparaît une nécrose de

la partie apicale du limbe.

Elles apparaissent lorsqu'on enlève l'ombrage.

Lutte : Phénotrothion et formothion à 1000 g de m. a. /ha.

- Les Coléoptères ou borers des tiges :

- Tragocephala (Fig. 17) : longicornes faisant une incision annulaire à la partie apicale de la branchette ou de la jeune tige, puis ponte d'un seul œuf au dessus dans la partie qui se déssèche ; les larves creusent des galeries, de haut en bas, galeries percées de trous vers l'extérieur.

Durée du cycle : 4-5 mois. Emergence en Côte d'Ivoire : Octobre à Janvier.

C'est un parasite très gênant dans les jeunes plantations.

Les traitements chimiques ne donnent pas satisfaction ; recherches orientées vers la lutte biologique. Ramassage à la main des rameaux désséchés.

- Glenea (Fig. 18) : longicorme attaquant le collet. Badigeon à la dieldrine.

- Steirastoma : Amérique. Ponte dans l'écorce.

• Xyleborus :

- X morstatti : parasite de faiblesse, sur plants insuffisamment arrosés en pépinière, et en saison sèche sur jeunes plantations.
- X ferrugineus : en Amérique associé à Ceratocystis.
- Erodiscus ciconia : charençon (Brésil)
- Panthorhytes : charençon (Océanie)

- Les Coléoptères défoliateurs :

Altises et charençons : dégats limités.

- Les lépidoptères défoliateurs :

Les espèces suivantes sont africaines :

- Anomis leona : chenilles vertes, pouvant être gênantes en pépinière (Fig. 19).
- Achaea catocaloides (D.D.T.)
- Earias biplaga et E. insulana : galerie dans la partie apicale ou coiffe, qui provoque un arrêt de la croissance. Surtout dans les zones de lumière. Les systémiques tels que Azodrin sont préférables aux insecticides chlorés (Endrin).

- A tres lépidoptères :

\* Chenilles mineuses des troncs et des branches :

- Eulophonotus myrmeleon (Afrique) (Fig. 20)

La chenille creuse sa galerie du bas vers le haut ; sciure rougeâtre caractéristique.

Injection de pétrole, essence, paradichlorobenzène dans la galerie.

- Zeuzera coffeae (Sud Asiatique)

\* Chenilles des cabosses :

- Characoma stictigrapta ou vert rose (Fig. 21)

Galerie dans le péricarpe des cabosses : D.D.T.

\* Chenilles mineuses des cabosses :

- Marmara (Fig. 22)

Galeries sinuées dans l'épiderme des fruits. Pullulent après de nombreux traitements insecticides. Empêchent d'apprécier la maturation.

- Acrocercops cramerella (Asie)

- Le Thrips du cacaoyer :

Selenothrips rubrocinctus

attaquent par forte sécheresse ou élimination de l'ombrage.

Les piqûres des larves et nymphes donnent un jaunissement des jeunes feuilles, puis une teinte rouille.

Lutte : ombrage, DDT, parathion, diazinon.

- Les fourmis nuisibles aux cacaoyers :

Certaines sont utiles (Decophylles carnassières), d'autres indifférentes.

Les fourmis peuvent être nuisibles soit par dégâts directs (fourmis coupe-feuilles), soit par l'élevage de Coccides (fourmis jardinières), soit comme agent vecteur de cochenilles.

On lutte avec dieldrine.

c) maladies cryptogamiques :

- La pourriture brune des cabosses due à Phytophtora malivora.

La plus importante et la plus répandue ; pouvant aller jusqu'à 80% de perte sur la récolte.

La pourriture des cabosses entraîne 20-25% de perte au Brésil ; 50% au Costa-Rica ; en Afrique, Nigéria et Cameroun sont les plus affectés.

Lutte : par élimination des débris de cabosses, des cherelles désséchées, puis des cherelles et cabosses présentant un point d'infection.

- par traitements préventifs, après élimination des sources d'inoculum ; tous les 10 jours pendant la saison des pluies.

Sulfate de Cu ou Oxychlorure de Cu en bouillie acqueuse à 1% Acétate de triphenyl étain.

10 traitements au Cameroun-Nigeria, Brésil, Costa-Rica.

- par la recherche de variétés ou clones résistants ou tolérants, par inoculations expérimentales sur cabosses ou sur racines de jeunes semenceaux ; l'étude du mécanisme de la résistance met en évidence le rôle de certains composés phénoliques du péricarpe de la cabosse qui inhiberaient les enzymes pectinolytiques et cellulolytiques produits par le parasite.

Résistance apparente de certains clones mûrissant hors saison.

Les dégâts par *Phytophtora palmivora* sont signalés également sur feuilles, rameaux, aux collets des jeunes semis, coussinets floraux, pedoncules des fruits.

#### - La moniliose ou pourriture des cabosses dues à *Monilia roreri*.

Surtout en Colombie, au Pérou et certaines régions du Venezuela.

Le champignon attaque le jeune fruit. A l'intérieur de la cabosse, les fèves pourrissent et sont transformées en masse brune liquéfiée.

Les fèves sont pourries avant que les symptômes apparaissent extérieurement. Les cabosses malades sèchent sur l'arbre et se recouvrent de fructifications.

On lutte par élimination des cabosses attaquées et par traitements toutes les 2 - 3 semaines avec produits cupriques ou zinèbe.

#### - La maladie du balai de sorcière due à *Marasmius perniciosus*.

La maladie est originaire d'Amazonie, mais elle s'est répandue dans toute l'Amérique du Sud et les Caraïbes.

L'arbre atteint réduit son feuillage et sa production ; de plus les cabosses et coussinets floraux attaqués entraînent des pertes de l'ordre de 50%.

Le champignon s'attaque à tous les tissus méristématiques en voie de développement : jeunes pousses, bourgeons, chêrelles.

Sur jeunes pousses on constate un accroissement du diamètre et prolifération de ramifications latérales (d'où le nom de la maladie) (Fig. 24).

Ces balais meurent au bout de 4 à 6 semaines.

Sur jeunes cabosses : elles restent naines, sèchent et pourrissent.

La pratique la plus courante consiste à enlever et détruire tous les balais.

Les recherches s'orientent vers la sélection de variétés ou clones résistants, notamment parmi les U P A (ex: S C A 6) (clones hauts-amazoniens).

- Le " mal de machette " ou " mort subite " dû à *Ceratocystis fimbriata*.

Découverte en Equateur, elle s'est étendue depuis 1950 au Venezuela, à la Colombie, Costa-Rica, Mexique, Trinidad.

Ses dégâts sont associés aux attaques de *Xyleborus* (scolyte).

L'infection se fait généralement par blessure. La maladie entraîne la mort de la branche ou même de l'arbre.

On recherche des clones résistants à cette maladie, notamment parmi les U P A.

- La galle des coussinets floraux ou "Cushion-gall".

Originaire du Nicaragua et Costa-Rica, elle couvre maintenant tous les pays d'Amérique du Sud et Centrale. Elle serait au Ghana depuis 1960.

- Galle à points verts ; apparition de points verts sur les coussinets.  
pas de fleurs;
- Galle florigère (flowery gall) : apparition de très nombreuses fleurs (100) en périphérie de la galle ; ces fleurs meurent et tombent.

La galle à points verts (green point gall) a pour agent causal un champignon *Fusarium decemcellulare*, frome monidienne imparfaite de *Calonectria rigidiuscula*. Le *Fusarium* transmettrait un virus ou bactérie, ou bien produirait une substance intervenant dans le métabolisme des hormones de croissance.

Seul moyen de lutte : la sélection de clones résistants.

- Les pourridiés :

\* *Armillariella mellea*

l'attaque commence par les racines latérales et progresse par le collet jusqu'

au tronc ; il y a éclatement du collet. Très répandu en Afrique.

\* *Leptoporus lignosus* ou (*Fomes lignosus*)

là aussi flétrissement des feuilles mais sans craquelures au niveau du collet. Des gaines de mycelium apparaissent sur les racines latérales qui meurent ; le cacaoyer, mal soutenu, se penche. Très répandu en Afrique.

S'il est difficile de sauver un arbre atteint (dégagement des racines + bouillie cuprique en badigeon), il est possible de protéger les autres arbres par une tranchée.

- La trachiomycose du cacaoyer ou "die-back".

Au niveau des piqûres de miride sur les jeunes pousses, des microorganismes, parasites secondaires, s'installent ; c'est ainsi que *Fusarium decemcellulare*, forme conidienne de *Calonectria rigiducula*, pénètre dans les tissus conducteurs des rameaux et accélère leur déshydratation. Par les faisceaux libero ligneux il atteint le tronc de l'arbre qui meurt rapidement.

A la place des mirides, on peut aussi avoir des dégâts de psylles et thrips. D'autres champignons sont aussi responsables du "die-back" : *Colletotrichum gloeosporioïdes*, *Botryodiplodia theobromae*, *Verticillium dahliae*.

L'importance des dégâts est liée à un ombrage insuffisant et à un mauvais état végétatif général.

- Autres maladies cryptogamiques du cacaoyer.

- pourriture farineuse des cabosses : *Trachysphaera fructigena* .
- pourriture noire des cabosses : *Botryodiplodia theobromae* .
- Anthracnose : *Colletotrichum gloeosporioïdes* : sur feuilles et cabosses.
- la maladie du fil blanc : *Marasmius scandens* : sur rameau.
- la maladie du crin de cheval ou du fil noir : *Marasmius equicrinis* : sur rameau.
- la maladie rose due à *Corticium salmonicolor* : sur rameau.

d) les maladies à virus :

Si les maladies à virus ont été signalées en Amérique tropicale, les symptômes sont localisés sur les feuilles et ces viroses ne sont jamais graves comme le Swollen-Shoot (gonflement des rameaux).

Découvert en 1940 au Ghana, la maladie s'est étendue au Nigéria et au Togo. Il existe en Côte d'Ivoire quelques foyers très localisés et surveillés.

- importance de la maladie :

130.000.000 d'arbres arrachés au Ghana de 1946 à 1967.

- transmission du virus :

c'est en montrant que la maladie était transmissible par greffe qu'on a établi l'origine virale du Swollen-Shoot.

Dans la nature la transmission se fait par des Cochenilles : Planococcus Njalensis, Pseudococcus citri, Ferrisia virgata.

Elles mêmes sont véhiculées par le vent ou par les fourmis : Pheidole, Crematogaster.

Parmi les plantes-hôtes du virus, citons des Sterculiacées (certains cola), des Bombacacées (Adansonia, Ceiba), Tiliacées, Malvacées.

- symptômes de la maladie selon les souches de virus :

1 - Cocoa Swollen Shoot Virus (CSSV) : (Fig. 25)

Gonflement des rameaux, surtout les rejets orthotropes, racines également, mosaïque des feuilles ; l'accumulation d'anthocyanine dans les cellules le long des nervures donne un aspect réticulé à nervures rouges. Décoloration le long des nervures sur feuilles plus agées.

L'importance des attaques varie selon la virulence des souches.

2 - Cocoa Mottle Leaf Virus (CMLV) :

Marbrures chlorotiques sur les feuilles (sans gonflement ni mosaïques réticulées) (Ghana et Nigeria).

3 - Cocoa Necrosis Virus (CNV) :

provoque seulement une nécrose des jeunes feuilles (Nigeria)

- moyens de lutte :

- destruction des insectes vecteurs

insecticides systémiques sur les cochenilles

dieldrine contre les fourmis.

- suppression des arbres porteurs de virus

y compris les arbres situés à 10-15 m des arbres infectés.

- l'utilisation de cacaoyers résistants : notamment parmi les UPA (clones haut-amazoniens).

e) mesures de quarantaine :

Devant l'importance des dégâts et la localisation des foyers infestés, il est indispensable d'appliquer une réglementation très stricte dans les échanges de matériel végétal.

Pour le cacaoyer on a institué une double quarantaine : l'une dans un pays non producteur, l'autre dans le pays importateur.

Les mesures de quarantaine portent notamment sur les semences, sur le pollen, bois de greffe et les normes caractérisant les stations internationales de quarantaine.

4) Régénération des cacaoyères :

Ce que l'on appelle dépérissement des cacaoyères peut être dû à des causes variées, et il est nécessaire de connaître celles-ci avant d'envisager les possibilités de régénération.

Si le dépérissement est dû à un mauvais entretien général, on peut la récupérer. Si les arbres sont trop vieux, trop clairsemés, d'un clone peu intéressant, il est préférable de replanter.

a) régénération par reprise d'entretien :

Cela veut dire reprendre toutes les opérations normales d'entretien : réglage de l'ombrage, entretien du sol, taille, traitements.

Des résultats spectaculaires sont possibles ; ainsi à Bingerville, 8 ha âgés de 40 ans ont vu leur production monter de 0,240 kg à 1,100 kg de cacao marchand par arbre.

b) régénération par replantation :

La meilleure solution est de tout enlever et de procéder à un réaménagement de l'ombrage provisoire et définitif avant de replanter.

Mais on peut aussi utiliser les vieux cacaoyers comme ombrage provisoire et donc replanter dans les interlignes, ce qui permet de continuer à récolter en attendant que les nouveaux arbres viennent à production.

Dans quelques cas, on peut aussi replanter partiellement en aménageant un ombrage provisoire (plantain).

### III - RECOLTE ET PREPARATION DU CACAO

1) Récolte :

Le moment de la cueillette n'est pas toujours facile à déterminer.

Pour les fruits verts ce sera le virage au jaune ; pour les fruits rouges le

virage

à l'orangé ; mais pour les fruits très pigmentés le changement de couleur n'est pas évident et certains récolteurs les frappent du doigt pour se fier au son.

S'il ne faut pas attendre trop longtemps pour récolter, en raison des risques de pourriture, il est encore plus grave de récolter avant maturité, les cabosses non mûres influençant très défavorablement la fermentation.

Il faut donc récolter à intervalles réguliers , de 10 à 15 jours en moyenne. Pour cela on se sert d'un couteau (voir fig. 26) pour les cabosses impossibles à atteindre à la main.

## 2) L'écabossage :

C'est l'opération consistant à casser les cabosses pour en extraire les fèves qui seront ensuite soumises à la fermentation.

Comme il ne doit pas s'écouler plus de 24 h. entre les deux opérations, on attend d'avoir suffisamment de cabosses pour réunir, en une seule opération, une masse suffisante de fèves pour avoir une fermentation homogène. Les cabosses récoltées peuvent attendre 3 ou 4 jours.

L'écabossage est généralement fait à la main, et la meilleure technique consiste à frapper la cabosse de manière à la briser en deux à la hauteur du diamètre maximum ; la partie inférieure est retirée, les fèves restant attachées au placenta ; l'extraction des fèves et leur séparation du placenta se fait facilement en faisant glisser deux doigts le long du placenta.

La méthode ghanéenne qui consiste à ouvrir les cabosses en long à l'aide d'un couteau est à déconseiller, son inconvénient le plus sérieux étant la difficulté de bien éliminer le placenta par la suite ; si tout déchet de placenta nuit à la qualité finale du produit.

L'écabossage demande autant de main d'œuvre que la récolte, c'est à dire environ 1 homme pour 1500 fruits. Sa mécanisation est à l'essai et on entrevoit une solution à ce problème.

## 3) La fermentation :

Il s'agit d'une opération très importante, se plaçant avant le séchage, et dont les objectifs sont triples :

- élimination de la pulpe mucilagineuse qui entoure les graines.
- mort de l'embryon, pour permettre la conservation ultérieure.

- modifications biochimiques des cotylédons ..

Ces modifications biochimiques entraînent la disparition de la couleur pourpre quand elle existe, ce qui est généralement le cas, des cotylédons ,qu'elles font gonfler, et l'apparition d'une couleur brune caractéristique. En même temps, l'amertume et l'astringence diminuent et il se développe des "précurseurs " de l'arôme, lequel, après torréfaction deviendra ce que l'on appelle "l'arôme chocolat". Cet arôme, qui conditionne la qualité finale du produit, est donc lié à la présence indispensable de substances qui n'ont pas encore été identifiées.

La fermentation est un enchaînement de processus qui commencent avec la fermentation de la pulpe, provoquée par des micro-organismes, et s'achèvent par les réactions internes des tissus des cotylédons, sous le contrôle de leurs enzymes.

a) processus de la fermentation :

- la pulpe des fèves fraîches fermente très facilement en raison de sa forte teneur en sucres (10%) et de son pH acide dû à l'acide citrique. Les levures ne manquent pas pour faire fermenter cette masse très peu oxygénée ( on en a dénombré 24 espèces dans une même masse en fermentation) Les sucres sont transformés en alcool éthylique avec dégagement de gaz carbonique, élévation de la température et augmentation du pH. Des bactéries de l'acide lactique commencent alors leur développement, mais sont bien-tôt relayées par les bactéries d'acide acétique, le drainage des jus par suite de la rupture des cellules de la pulpe permettant une meilleure aération. L'oxydation de l'alcool en acide acétique contribue également à l'élévation de température de la masse en fermentation.  
Dès le troisième jour, on atteint un équilibre entre levures et bactéries d'acide acétique.

L'élévation de  $t^{\circ}$  est très importante ; elle contribue à la mort des fèves et par conséquent aux réactions enzymatiques dans les cotylédons . Il est nécessaire d'atteindre 44-47 $^{\circ}$  en 48 heures et maintenir la fermentation 6 à 7 jours. Pour l'exprimer avec précision, on peut faire le total des  $t^{\circ}$  enregistrées chaque heure pendant la durée de fermentation : 6 400 (degrés x heures) semble un nombre optimal. A partir de 6 500 on a surfermentation, avec début de fermentations putrides qui affectent le goût du cacao.

La fermentation devant être homogène, il est indispensable de brasser la masse pour l'aérer, au moins toutes les 48 heures et mieux toutes les heures, surtout si cette masse est importante.

- la mort des fèves est la perte de leur faculté germinative. C'est peut être plus l'acide acétique produit qui intervient que la température.
- la mort des fèves rend les parois cellulaires des cotylédones perméables, ce qui va mettre en contact les enzymes des cellules de réserve avec les polyphénols des cellules à pigments.

Parmi les polyphénols, les pigments anthocyaniques sont hydrolysées en produits incolores qui, par oxydation ultérieure, prendront la couleur brun cacao caractéristique. Les autres polyphénols disparaissent partiellement par osmose à travers les téguments de la graine.

L'oxydation de poursuivra pendant le séchage et elle affecte tous les composés phénoliques alors présents ; ces produits d'oxydation sont insolubles, ayant pour effet de diminuer l'astringence, ce qui est une des caractéristiques d'un cacao bien fermenté.

Bien fermenté, un cacao perd aussi 40% de sa théobromine, qui passe dans les téguments ; cette perte se traduit par une diminution de l'amertume. D'autres réactions internes se produisent, complexes et d'importance plus secondaire.

- le problème de l'arôme chocolat est encore bien mystérieux. La fermentation est indispensable pour qu'apparaissent leurs précurseurs, substances encore mal connues sans lesquelles il n'y a pas d'arôme chocolat. Les substances aromatiques prennent seulement naissance au cours de la fermentation, ce qui explique que tous les prodédes essayés pour transformer les fèves fraîches en fèves sèches par d'autres prodédes sont inapplicables. On pense actuellement que les sucres réducteurs présents dans les fèves fermentées font partie de ces précurseurs ; au cours de la torréfaction, ils réagiraient avec les acides aminés provenant de la dégradation des protéines pour former des aldéhydes volatils responsables des arômes.

#### b) méthodes de fermentation :

- traditionnellement, on fait fermenter en paniers, en tas ou en bacs. Les paniers tressés, pouvant contenir de 10 à 150 kg, et que l'on transvase de l'un dans l'autre pour le brassage, sont surtout utilisés en Nigeria. La fermentation en tas, posés sur des feuilles de bananiers et recouverts de

même, est surtout ghanéenne, mais répandue aussi en Côte d'Ivoire et en Nigeria.

Celle en bacs ou caisses, la plus répandue en Amérique, tend à gagner l'Afrique. De petites caisses de 45 x 45 x 45 cm de dimensions intérieures, percées pour le drainage des jus, permettent la fermentation de 80 kg de fèves fraîches dans de bonnes conditions; on les recouvre de feuilles de bananier. En pratiquant le brassage par transvasement, on peut, avec une batterie de 3 caisses que l'on vide tous les 2 jours, traiter 80 kg tous les 2 jours puisque la durée de fermentation totale est de 6 jours.

Avec des bacs de grande taille, il ne faut jamais dépasser une hauteur de fèves de 90 cm.

L'usage des feuilles de bananier, qui est très généralisé ne tient peut-être pas seulement à la commodité du matériau ; elles pourraient jouer un rôle dans l'ensemencement en levures et bactéries. Ce qui est certain, c'est qu'une caisse neuve ne donne pas une bonne fermentation avant d'avoir été utilisée 2 ou 3 fois.

- la durée de ces fermentations traditionnelles est surtout le résultat de l'expérience acquise. Nous avons déjà dit qu'en Afrique elle était de l'ordre de 6 jours. Ce chiffre est assez général pour les forastero et les trinitario. En Amérique on ne fait fermenter les criollo que 2 ou 3 jours, mais à Madagascar, l'I.F.C.C. préconise cependant 5 - 6 jours.

Dans tous les cas, il est préférable que la fermentation soit un peu courte, la présence de quelques fèves à casse encore violette n'étant pas un défaut au regard des normes de classement des cacaos par qualité ; les fèves surfermentées, qui moisissent beaucoup plus facilement en étant un.

- à côté de ces méthodes il faut signaler plusieurs méthodes particulières. Celle appliquée en Equateur au cacao "nacional" (forastero très particulier comme nous l'avons vu) est très éloignée de la fermentation classique et assez folklorique ; elle ne peut convenir à aucun autre cacao.

La méthode de fermentation sur plateaux mise au point au Ghana et encore peu utilisée doit retenir l'attention en raison de l'économie de main d'œuvre réalisée et de la rapidité de la fermentation (3 jours). Les plateaux en bois, ont 120 x 90 x 10 cm, leur fond étant en lamelles de bambous espacées de 0,5 cm. Une cloison mobile permet de partager les plateaux en deux, une moitié recevant 45 kg de fèves. On empile 12 plateaux, les moitiés remplies (à ras bord) les unes au dessus des autres. Après 24 h on couvre d'un sac. Aucune manipulation jusqu'à l'arrêt de la fermentation. Les pla-

teaux sont exposés au soleil, après enlèvement de la cloison et étalement des fèves.

Une variante de ce système a été mis au point par l'I.F.C.C. pour l'Ouganda. Au Brésil on a récemment expérimenté avec succès une caisse cloisonnée verticalement

- un problème très important se pose au chercheur pour la fermentation de petits échantillons. De très nombreux microferments irs ont été essayés sans donner vraiment satisfaction.

La méthode la plus simple est de placer l'échantillon dans un sac de mouseline introduit dans une masse en fermentation ; la fermentation est bonne, mais la pulpe de la masse n'influence t-elle pas l'échantillon ?

L'Institut de Recherche du Cacao du Ghana isole ses échantillons dans un secteur du plateau supérieur de la méthode décrite ci-dessus.

### 3) Séchage :

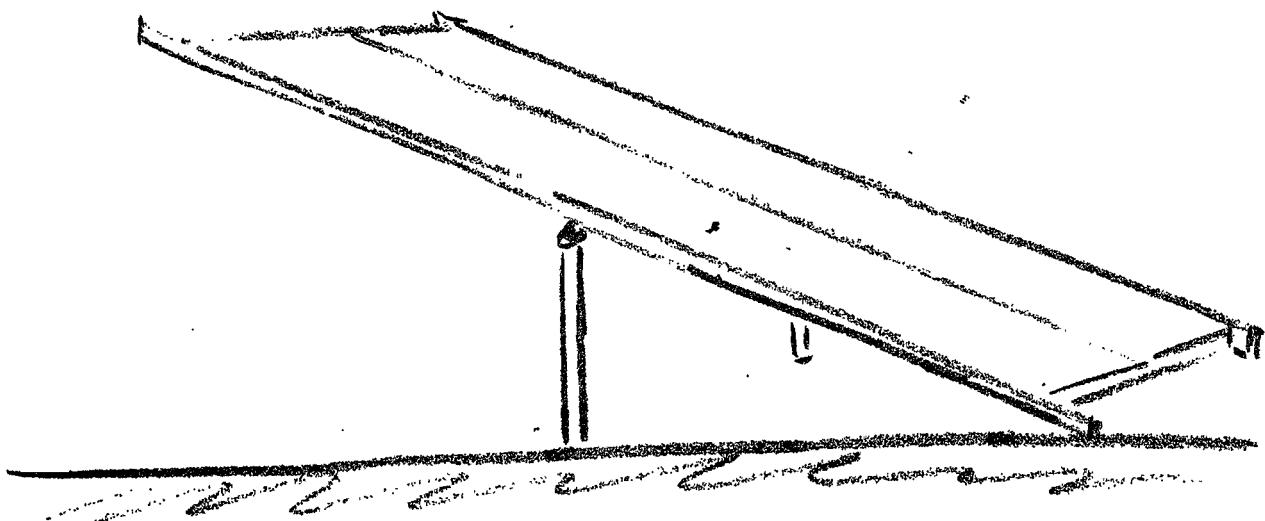
Cette opération est la suite obligatoire de la précédente, non seulement parce qu'il est nécessaire de ramener l'humidité des fèves fermentées de 60 % à moins de 8 %, mais parce que les réactions internes qui ont débuté au cours de la fermentation doivent se poursuivre.

Deux méthodes peuvent être utilisées :

- a) le séchage naturel : étalées en couche mince au soleil, les fèves sèchent en 8 à 15 jours ; mais il est nécessaire de les protéger de la pluie. Pour de petites quantités une natte de bambous refendus peut suffire. Pour des claies plus importantes, le problème de pouvoir protéger rapidement se pose. Les séchoirs dits "autobus", constitués par un abri d'où sortent des rails en bois sur lesquels on peut glisser les claies, y répond assez efficacement. Dans les grandes exploitations, on fait des séchoirs sur le même principe, plusieurs étages de claies munies de roues glissant sur des rails. On utilise aussi le dispositif inverse ; c'est le toit qui est mobile.

Un modèle différent, mis au point par l'I.T.I.P.A.T. en Côte d'Ivoire a été essayé avec succès par l'I.F.C.C. Il s'agit d'un séchoir solaire basculant constitué d'un cadre de bois de 4 à 5 m de longueur sur 0,80 de largeur, séparé en deux couloirs par une cloison médiane, dont le fond est en treillis métallique ou en latis de bambou. Le séchoir repose au milieu de sa longueur sur une barre horizontale placée à 1 m du sol, sur laquelle il peut basculer pour être toujours incliné de manière à recevoir le maximum

de soleil. Les graines sont recouvertes d'une bâche en polyéthylène. L'air circule dans chaque couloir, son mouvement ascensionnel étant favorisé par deux plages peintes en noir aux deux extrémités.



Pour terminer ces données sur le séchage naturel, mentionnons ce que l'on appelle "danse" du cacao ; on appelle ainsi un brassage fait en traînant les pieds sur l'aire de séchage, pratique fréquemment accompagnée de chants rythmés. Cette technique est considérée comme essentielle pour les acheteurs de Bahia, qui refuse le cacao qui n'a pas été "dansé".

b) séchage artificiel : de nombreux modèles existent, qui donnent toute satisfaction.

Un des plus simples est constitué par une claire d'environ 10 m<sup>2</sup> (suffisante pour 250 kg de cacao sec) placée 1 m au dessus d'un tuyau fait de 6 futs (huile ou essence) sans fond soufflés bout à bout dont on se sert comme conduit de fumée ; le séchage est terminé en moins de 48 heures.

Sur le même principe on peut pulser de l'air chaud à travers une aire de séchage réalisée en toile métallique. Un modèle plus perfectionné est utilisé par l'I.F.C.C., qui comprend deux couloirs de séchage parallèles ; une extrémité comporte un générateur d'air chaud et l'autre un ventilateur. Un inverseur fait alterner les passages d'air chaud et froid à travers chacune des aires de séchage.

Pour de forts tonnages, il existe des séchoirs rotatifs, dont les résultats sont aussi bons que séché au soleil et "dansé".

#### 4) Reprise du cacao :

Ce terme désigne le rendement en cacao marchand, c'est à dire le rapport cacao sec/fèves fraîches.

Il peut varier dans des limites assez larges, 32 à 46 %, en fonction du matériel végétal, de la maturité des fruits et des conditions accompagnant la récolte, la fermentation et le séchage. Il est généralement supérieur à 40%.

Pour établir un planning de récolte, ou projeter une installation, on peut s'appuyer sur les estimations suivantes :

Poids de fèves fraîches / poids des cabosses	25%
Poids de fèves fermentées/poids de fèves fraîches	86%
Poids de cacao sec / poids de fèves fraîches	44%
Poids de cacao sec /poids de fèves fermentées	51%
Poids de 1 m <sup>3</sup> de fèves fraîches	900 kg

#### 5) Coûts de production :

Les conditions de culture peuvent être trop différentes pour qu'il soit possible d'établir un prix de revient, même approché, du kg de cacao.

Mais ce qui est à noter, c'est que la culture cacaoyère est réalisable sans investissement matériel onéreux, et se trouve, de ce fait, parfaitement adaptée à la culture familiale.

Bien que le cacaoyer ne rapporte rien les premières années de sa culture, l'investissement consenti pour la plantation peut être largement couvert par le rapport des cultures vivrières que l'on peut faire provisoirement (bananes, taros, ignames).

Le travail nécessaire est diversement chiffré selon les évaluations ; au Ghana et en Nigeria on compte de 450 à 750 journées de travail pour les dix premières années, en Côte d'Ivoire on a seulement chiffré à 235 les journées nécessaires pour 6 ans, dont près de la moitié la première année (les cacaoyers étant semés en place, ce qui est moins exigeant en main-d'œuvre).

L'entretien n'est pas très onéreux en plantation familiale. L'expérience prouve cependant qu'en consacrant deux fois plus de journées de travail, on peut plus que doubler la production :

avec 35 journées de travail (15 d'entretien + 20 de récolte et préparation) on a récolté 250 kg de cacao hectare, soit 140 journées de travail pour 1 tonne de cacao.

avec 70 journées, la récolte est passée à 600 kg, soit 117 journées de travail pour 1 tonne de cacao.

D - LE CACAO

I - PROBLEMES DE STOCKAGE :

Ils sont importants parce que le cacao marchand est une denrée fragile, dont la qualité peut être perdue très rapidement. En atmosphère humide, comme c'est normalement le cas des pays producteurs, la fève sèche se réhydrate rapidement pour dépasser le seuil de 8 % à partir duquel les moisissures internes (*Aspergillus glaucus*, *A. niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. tamarii*, *A. ochracus* et divers *Penicillium*) risquent de se développer, ce qui est le défaut le plus grave d'un cacao. On peut alors aussi redouter davantage les insectes.

D'autre part la graine étant riche en beurre, celui-ci fixe facilement les odeurs étrangères, qu'aucun traitement ne leur fera perdre.

Chez le producteur le stockage sera le plus court possible. Le cacao doit être placé dans des sacs propres, à l'abri dans une pièce et pas sur le sol.

Chez l'exportateur, la première opération sera le reséchage si l'humidité du produit est supérieure à 8% (7% seraient une limite plus souhaitable). On doit savoir que l'équilibre entre l'humidité des graines et l'humidité relative de l'air ambiant s'établit rapidement ; or, 7 à 8 % de teneur en eau correspondent seulement à 70 % d'humidité relative maximum, à 28° ; et un abaissement de température de 6° suffit pour atteindre le point de rosée. Les magasins doivent donc pouvoir être aérés aux heures où l'air est le plus sec et bien clos le reste du temps. Le stockage en silos n'est pas encore au point, en raison de la fragilité des fèves, et de la nécessité d'utiliser une atmosphère d'azote ou de gaz carbonique.

Les insectes qui peuvent parasiter le cacao en stock sont surtout *Cadra (Ephestia) cautella* (Fig. 27) ou mite des entrepôts. Chenille jaune ou rose qui déprécie le cacao surtout par ses déjections.

*Araecerus fasciculatus* (Fig. 28) ou fausse bruche du café. Ne parasite que le cacao mal séché.

*Lasioderma serricorne* : petit coléoptère parasite des denrées sèches : cacao, tabac, épices.

*Tragoderma granarium* est surtout en Afrique un parasite de céréales, mais dont la présence accidentelle dans le cacao est pour les Etats Unis un motif de refoulement de la marchandise.

Le traitement régulier des entrepôts est donc une nécessité. Au Ghana et en Nigeria on effectue chaque soir une nébulisation huileuse à base de pyréthrines, contre Cadra cautella.

S'il y a des parasites en surface des sacs, on pulvérise du malathion autour des piles de sacs et du lindane sur les murs.

Si la marchandise est elle-même infestée, il faut traiter en profondeur par fumigation (bromure de méthyle par exemple).

## II - CONDITONNEMENT :

L'utilisateur, qui souhaite acheter un produit lui permettant, après torréfaction, d'obtenir la flaveur du chocolat, est malheureusement obligé de s'en tenir à un examen extérieur des fèves ; mais certains défauts sont connus pour avoir une influence nocive.

### 1) Facteurs intervenant dans la qualité et les défauts du cacao :

- il y a tout d'abord l'origine génétique du matériel planté, qui intervient dans la grosseur des fèves (les chocolatiers souhaitent un poids moyen minimum de 1 g), leur teneur en beurre, leur arôme, etc... On distingue :
  - les cacaos à "casse claire" : criollo
  - les cacaos "ordinaires" : forestero du Brésil et d'Afrique
  - les cacaos "fins" : hybrides trinitario et cacao "nacional" de l'Equateur.
- les conditions climatiques seraient à l'origine des petites taches blanches de nature cristalline (White spot) que l'on peut trouver dans les fèves, et dont la nature est encore très controversée.
- l'état sanitaire des plantations et les produits insecticides employés peuvent déprécier la qualité ou donner mauvais goût aux fèves.
- la récolte, la fermentation, le séchage interviennent également, nous l'avons déjà vu. A noter qu'une fève non fermentée correctement reste compacte et prend après séchage une teinte gris ardoise, d'où le nom de fève ardoisée. Entre une fève ardoisée et une fève normale se situent des fèves plus ou moins violettes.
- le stockage enfin : odeur de fumée, fèves moisies, germées, brisées, mitées ...

2) Méthodes d'appréciation :

En pratique, à l'exception de la teneur en eau, on ne fait appel qu'à des méthodes subjectives.

- l'échantillonnage est un problème important, en raison de l'hétérogénéité des lots commercialisés (due à la multiplicité des petits producteurs). Les normes internationales élaborées par la F.A.O. prévoient 3 prises d'échantillon à la sonde dans un sac sur trois (partie supérieure du sac, milieu, et partie inférieure) soit au moins 300 fèves par tonne.
- la méthode de référence pour la teneur en eau, consiste à placer dans une étuve à  $103^{\circ} C \pm 2^{\circ} C$ , pendant  $16 h \pm 15'$ , 10 g. de fèves concassées, et à calculer la perte de masse en %.

Cette méthode sert à étalonner les nombreux appareils utilisés, et qui sont à mesure pratiquement instantanée.

- les 300 premières fèves de l'échantillon sont placées une par une dans chaque évidemment d'une planchette spéciale (généralement de 100 "trous"). Chaque fève est coupée longitudinalement et remise en place. On examine à la lumière du jour (ou équivalente) et on note les graines défectueuses pour leur défaut le plus grave ; il y'a 3 catégories de défauts : fèves moisies (le plus grave), fèves ardoisées, autres défauts. Les fèves violettes ne sont pas comptées, cette appréciation étant trop subjective, mais une méthode de dosage colorimétrique des pigments est en cours de mise au point. Les résultats sont exprimés en pourcentage.
- la dégustation n'est pas utilisée au stade des transactions commerciales (mis à part croquer quelques fragments pour s'assurer qu'il n'y a pas de goût particulier), mais les industriels y recourent pour vérifier les appréciations basées sur l'échantillon, et décider de l'utilisation exacte de la marchandise.

Les chercheurs travaillant à l'amélioration du cacaoyer ont également besoin de savoir quel sera le résultat final donné par le cacao ; la pâte de cacao est trop amère et astringente pour permettre d'apprécier les saveurs particulières des échantillons ; la dégustation se fera donc au stade chocolat, selon des méthodes statistiques éprouvées. Tout un matériel de préparation de petits échantillons existe pour cela.

### 3) Normes de classement :

Les anciens types supérieurs, courant et limite des normes appliquées dans les pays francophones, et les trois qualités du marché londonnien (good fermented, fair fermented et fair average quality) viennent d'être remplacées en 1969 par les normes internationales de la F.A.O. :

pour être de qualité loyale et marchande, le cacao doit être fermenté, séché de façon uniforme (< 8 % d'humidité) dépourvu d'odeurs et saveurs étrangères, ainsi que de corps étrangers et de traces d'altération.

Il doit être classé d'après le "cut test" en

	1ère qualité	ou	2ème qualité
tolérances	fèves moisies	3%	4%
	fèves ardoisées	3%	8%
	autres fèves défectueuses	3%	6%

le reste étant "hors classement".

La Côte d'Ivoire a été le premier pays producteur à adopter ces normes et il est à noter que 80 % de la production est exportée en 1ère qualité.

## III - INDUSTRIE

### 1) Définition des produits fabriqués :

A partir de la fève on fabrique :

- des produits semi - finis :

- pâte de cacao → chocolaterie, biscuiterie ...
- poudre de cacao → industries alimentaires
- beurre de cacao → chocolaterie, confiserie, pharmacie ...

- des produits finis :

- chocolat en tablette
- chocolat en poudre
- confiserie de chocolat.

Les sous produits peuvent être récupérés pour l'alimentation du bétail, la savonnerie ...

2) Schéma de fabrication :

a) fabrication de la pâte de cacao :

- nettoyage et triage des fèves
- torréfaction : ayant pour but de séparer l'amande des coques éliminer une partie de l'acide acétique du cacao abaisser le taux d'humidité développer les principes aromatiques donnant au chocolat sa saveur elle consiste, dans les torréfacteurs continus actuels, à faire descendre les fèves par gravité dans un courant d'air surchauffé (100 -150 sur 20 - 40°) puis à les refroidir rapidement. C'est une opération très importante et délicate.
- concassage, décorticage, dégermage → cacao en grains
- mélange (selon la composition recherchée) et broyage à 50 - 70° dans des broyeurs à cylindres d'acier.

Le résultat final est appelé cacao en masse.

b) fabrication du beurre et de la poudre de cacao :

- beurre de pression : à partir de grains ou de pâte
- beurre extrait par solvants
- beurre de fèves entières non décortiquées et non dégermées.

La législation française interdit l'emploi de la 3ème catégorie en chocolaterie.

Avant l'extraction du beurre, la pâte de cacao liquide, ou liqueur de cacao, est généralement "solubilisée" (ajout d'une solution saturée de sels alcalins - carbonate ou bicarbonate de K ou N - pendant 24 h à 100°). Avant usage pharmaceutique (suppositoires, rouge à lèvres), le beurre est désodorisé, sinon il a un arôme "chocolat" ; son point de fusion est 31 à 35°.

Le tourteau de cacao, concassé et pulvérisé donne la poudre de cacao (doit contenir 18% de beurre).

Le beurre de cacao subit la concurrence de succédanés divers, à base de graisses animales ou végétales, mais qui sont généralement interdits en chocolaterie (sauf en Angleterre).

(1kg de cacao donne 400g de beurre et 500g de poudre de cacao)

c) fabrication du chocolat :

- mélange de la pâte de cacao et du sucre, et éventuellement de beurre et d'aromates.
- raffinage et étuvage : le raffinage se fait dans des broyeuses à cylindres lisses qui déchirent les cellules de cacao et écrasent les cristaux de sucre ; les cylindres étant refroidis le chocolat sort en poudre. Ensuite étuvé pendant 24 h, l'arôme se développe. C'est à ce stade qu'on rajoute du beurre de cacao pour les qualités fines, et les parfums (vanille, etc..).
- conchage : qualité et prix du produit fini dépendent de cette opération des plus importantes, qui consiste à brasser la pâte dans un grand bassin de fonte par l'intermédiaire d'un rouleau qui va et vient. Le conchage dure 24 à 72 h. à 60 - 80°, les effets étant mécaniques, physiques et chimiques.
- tempérage : on amène le chocolat entre 28° et 31° avant de le réchauffer à 32°, ce qui stabilise les cristaux de beurre de cacao.
- mouillage : entièrement automatique comme l'opération précédente ; les moules sont refroidis dans un tunnel à 7°, et démoulés et emballés dans un local 14-15°.

Quelques définitions : composition en %

	pâte de cacao	sucré	(beurre de cacao dans la pâte de cacao )
chocolat à cuire	35 - 43	57-65%	18 min.
-- à croquer	43 min.	57 max.	26 min.
-- fondant	48 min.	52 max.	32 min.
-- lait	50 max.	25 min.	+ 16 lait sec

Le chocolat est un aliment presque complet, de valeur énergétique élevée (500 cal. pour 100 g), antirachitique et d'une assimilation quasi totale.

#### IV - ECONOMIE MONDIALE

Le développement considérable de la production depuis 65 ans se caractérise par la part prépondérante prise par l'Afrique, dont 5 pays (Ghana, Nigeria, Côte d'Ivoire, Cameroun et Guinée équatoriale) produisent à eux seuls plus de 70 % de la production actuelle.

Le record de production se situe en 1964-65, année dans doute climatiquement

très favorable. Depuis, la production stagne et régresse même dangereusement au Ghana et en Nigeria. Le relèvement des cours intervint après que la récolte 1968-69 s'annonça déficitaire, les programmes nationaux en cours laissent présager une augmentation de la production dans les dix années à venir ; le cap des 2 millions de tonnes pourrait être franchi en 1980, l'Afrique y figurant pour les 3/4.

Répartition actuelle de la production cacaoyère (statistiques F.A.O.)

	moyenne 1946/51	moyenne 1959/64	1964-65	moyenne 1965/69	Rang
	m. t.				
<b>Amérique :</b>					
Brésil	127,8	133,9	118,5	165,5	3e
Equateur	21,8	42,2	48,2	51,0	6
Rép. Dominicaine	30,3	37,4	25,0	30,1	8
Mexique	7,4	20,8	20,6	24,3	9
Venezuela	16,7	19,2	21,9	22,9	11
Colombie	9,9	15,4	17,5	18,0	12
Costa-Rica	4,3	11,1	10,9	8,3	15
Trinidad et Tobago	7,0	6,1	5,3	5,4	16
autres	20,7	17,3	17,3	15,0	
<b>total</b>	<b>245,9</b>	<b>303,4</b>	<b>285,2</b>	<b>340,5</b>	
% du total mondial	34,2 %	26,4 %	18,9 %	26,2 %	
<b>Afrique :</b>					
Ghana	241,4	406,6	580,9	399,7	1e
Nigeria	99,6	186,6	298,3	217,4	2
Côte d'Ivoire	45,2	87,9	147,5	135,8	4
Cameroon	46,0	77,5	91,2	91,1	5
Guinée équat.	15,6	28,6	34,8	36,1	7
Togo	3,5	11,6	17,4	16,5	13
Sao Tomé-Principe	8,0	8,7	10,7	9,8	14
autres	5,8	14,7	15,5	17,1	
<b>total</b>	<b>465,1</b>	<b>822,2</b>	<b>1196,3</b>	<b>923,6</b>	
% du total mondial	64,8 %	71,6 %	79,0 %	71,0 %	
<b>Asie</b>					
total	3,6	7,1	7,8	8,1	
%	0,5 %	0,6 %	0,5 %	0,6 %	
<b>Océanie</b>					
Nlle. Guinée-Papouasie	0,2	11,2	21,0	23,2	10
autres	3,6	4,6	4,0	4,2	
<b>total</b>	<b>3,8</b>	<b>15,8</b>	<b>25,0</b>	<b>27,4</b>	
%	0,5 %	1,4 %	1,6 %	2,1 %	
<b>Production mondiale</b>	<b>718</b>	<b>1148</b>	<b>1514</b>	<b>1300</b>	

Production de la zone franc (statistiques F.A.O)

	1964 - 65	1966 - 67	1968 - 69	
	m. t.			
Côte d'Ivoire	147,5	150,0	135,0	
Cameroun	91,2	86,5	105,0	
Togo	17,4	16,3	17,0	
Gabon	4,0	5,1	4,5	
Madagascar & Comores	0,4	0,4	0,6	
Nouvelles Hrides	0,6	0,6	0,8	
Congo	1,1	1,2	1,5	
Total	262,2	260,1	264,4	
% de la production mondiale	17,3 %	19,2 %	20,5 %	

La consommation mondiale, très fortement concentrée elle aussi, se localise dans les pays industriels, à niveau de vie élevé, ce qui fait que le cacao est une marchandise faisant l'objet d'un commerce international très important, la fig. 29 montre la progression parallèle de la consommation et de la production.

La consommation bien que freinée par la hausse des cours a dépassé la production, et le stock mondial disponible avant la campagne 1969-70 ne devait pas excéder un mois de consommation. Nous sommes donc provisoirement dans une période de pénurie. Le broyage du cacao se fait surtout dans les pays utilisateurs (près de 1 million de t.), mais les pays producteurs tendent à transformer partiellement leur production (près de 300 000 t.), en particulier pour l'extraction du beurre, ce qui permet d'utiliser pour celà des lots non exportables.

La consommation moyenne de chocolat en Kg par habitant est aux alentours de 3 - 4 kg en Europe (France 3,0, Suisse 8,2) et en Amérique du Nord ; le seul pays non occidental à dépasser le kg est le Japon (1,1).

Le marché du cacao en fèves est un marché entièrement libre, qui a toujours été caractérisé par de très fortes fluctuations annuelles de prix, de beaucoup supérieures à celles que l'on peut enregistrer sur tous les autres produits agricoles importants.

Le jeu de la spéculation est favorisé par les fluctuations importantes de la production, et peut-être encore plus par les estimations prévisionnelles faites avant la campagne. D'autre part, ledécalage entre l'achat des fèves et la vente du choco-

lat est également un facteur de difficulté, puisqu'il rend la demande peu élastique par rapport aux prix.

Afin de donner plus de sérieux aux prévisions de récolte, le groupe d'Etude du cacao de la F.A.O a créé un Comité de statistiques qui publie des chiffres de prévision deux fois par an ; encore faut-il que les chiffres fournis par le pays producteur ne soient pas trop défectueux (voir en annexe les méthodes utilisées au Ghana et en Côte d'Ivoire).

#### Stabilisation des cours :

##### - des prix d'achat à la production :

l'exemple des "Cocoa Marketing Boards", qui sont entièrement responsables de la commercialisation et de l'exportation du cacao, a inspiré les "Caisse de Stabilisation des Prix" dans les pays francophones, Caisse qui ne se contentent plus d'intervenir dans la régularisation des prix à la production, ni même de donner leur accord aux maisons de commerce pour toute opération de vente à l'extérieur, mais qui ont la possibilité de conclure elles-mêmes des ventes à l'étranger, sur les stocks des exportateurs, qui leurs sont obligatoirement déclarés. A la limite, elles rejoindront le fonctionnement des Marketing Boards.

##### - des prix de vente à l'exportation :

tous trouveraient leur intérêt à l'atténuation des coups du marché, et cependant dix années de négociations n'ont pas encore abouti à l'accord international souhaité. La tentative faite par l'Alliance des producteurs de Cacao (les 5 premiers producteurs mondiaux, représentant 75 % de la production), n'a pas réussi jusqu'à présent à modifier les tendances du marché.

Les cinq grands marchés du cacao sont New-york, Londres, Amsterdam, Hambourg et Paris.

#### Données concernant la Côte d'Ivoire :

##### Evolution du marché :

	production	exportation
1939	55.180 t.	
1959	52.900	
1963/64	97.204	97.159
1964/65	147.529	147.190
1965/66	113.298	112.821
1966/67	149.662	148.124
1967/68	146.640	144.193
1969/70		

80 % sont exportés en qualité 1 des normes internationales.

Prix d'achat garanti par la CSSPPA : 70 f/kg depuis 1966.

Un programme d'amélioration a été confié à la SATMACI.

L'action de régénération des cacaoyères, commencée en 1962, atteind maintenant 45 000 ha/an.

La replantation en matériel sélectionné doit passer de 3 000 ha/an à 10 000 ha.

A partir de 1975, toutes les semences seront de sélection.

Les extensions prévues ont été indiquées dans l'introduction.

#### Annexes

##### I Méthode de prévisions de récolte au Ghana :

Sondages aléatoires stratifiés à plusieurs degrés pour estimer le nombre moyen de cabosses atteignant leur maturité pendant la campagne (cabosses d'au moins 7,5 cm), le nombre total de cacaoyers en état de produire, et le nombre de cabosses nécessaires pour obtenir 1 livre de cacao sec.

Pour le nombre moyen de cabosses, le sondage est stratifié à 2 degrés : le premier étant constitué, par les zones de production, le second par 2 groupes comprenant chacun 18 cacaoyers en production.

##### II Méthode de prévisions de récolte en Côte d'Ivoire :

Les prévisions de production, trois mois avant récolte, sont fondées sur le comptage des cabosses pendantes selon 2 classes de longueur (2 classes d'âge) avec application d'un coefficient de conservation calculé par récurrence. Il y a 3 passage d'observations pour la campagne principale.

Le calcul de prévision utilise les résultats de deux campagnes successives sur le même échantillon, rapportés au volume total commercialisé l'année de référence. Les extrapolations utilisent des coefficients régionaux proportionnels aux estimations de superficies récoltées. Les estimations ne sont pas les résultats bruts de l'enquête, mais des compromis subjectifs entre les différentes sources de renseignements disponibles, ce qui permet d'utiliser des fractions de sondage très faibles et de limiter le personnel nécessaire à 24 enquêteurs. Toutes les unités de l'échantillon observé sont définies de façon strictement aléatoire. Les prévisions ainsi élaborées pour les campagnes 1965-66 et 1966-67, ont révélé des écarts inférieurs à 5 % avec les productions réelles.

(réf. RIPAILLES,C. et ROSSION,J.:Revue Café, Cacao, Thé 12 (2) Paris 1968).

Bibliographie :

ALIBERT,H. (1951) : Les insectes vivant sur les cacaoyers en Afrique occidentale.

Mémoires IFAN-DAKAR, n° 15.

BRAUDEAU,J. (1969) : Le Cacaoyer

G.P. Maisonneuve et Larose PARIS

BURLE,L. 1961) : Le Cacaoyer (2 tomes )

G.P. Maisonneuve et Larose PARIS

I F C C : Rapport d'activité 1968

LEDUC,G. (1969) : La situation du marché mondial du Cacao

B.C.E.A.E.C. n° 146 : 413-425

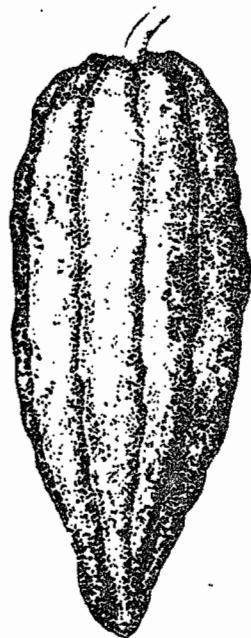
LOUE,A. (1961) : Etudes carences et déficiences minérales sur le cacaoyer.

I F C C Bull. n° 1

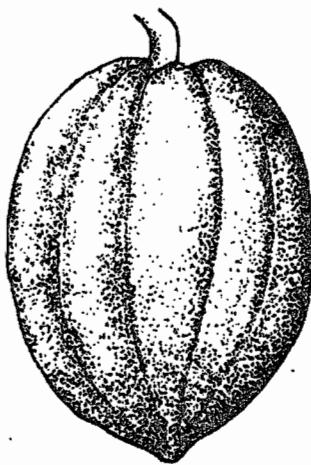
OCHSE, J.J., et al. : Tropical and subtropical Agriculture

(Vol II)

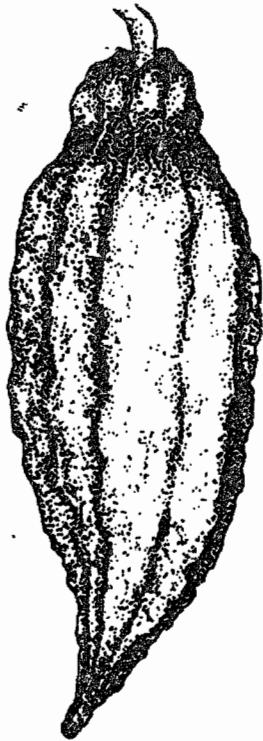
The MacMillan Company N.Y. 1961



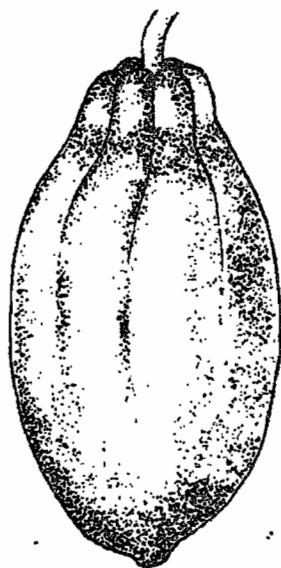
ANGOLETA



CALABACILLO

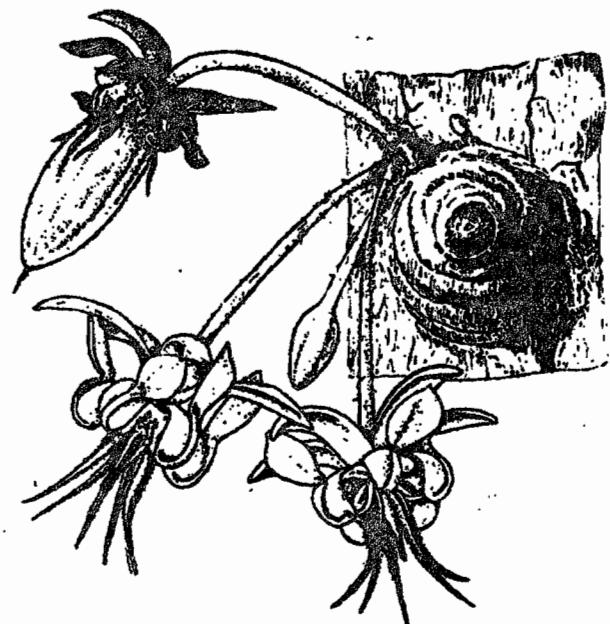


CUNDEAMOR



AMELONADO

fig. 1 : principales formes de cacaos



1cm

fig. 2 :

... Fleurs de cacaoyer, bourgeons floraux et coupe florale.

D'après un dessin de N. HALLE, 1956.

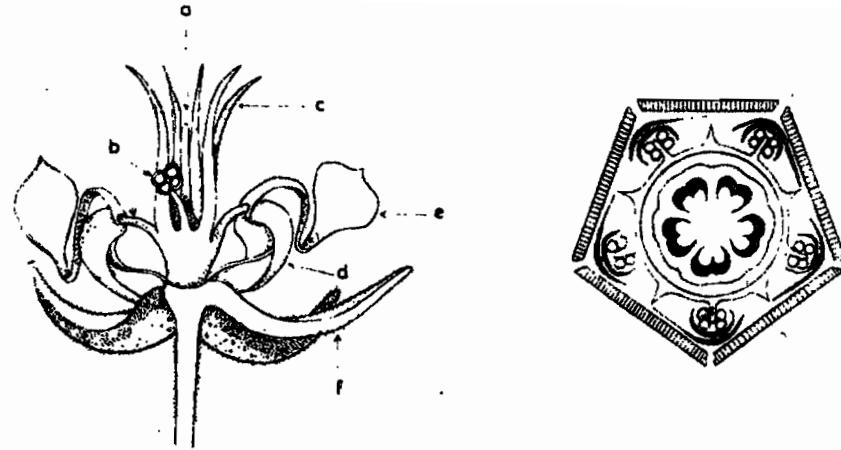


fig. 3

Diagramme floral et schéma d'une fleur (ouverte en long)  
de *Theobroma Cacao* L., d'après N. HALFF (Flore du Gabon, 1961)

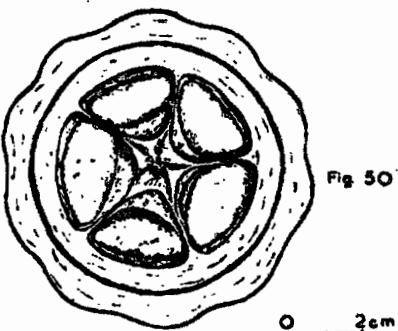
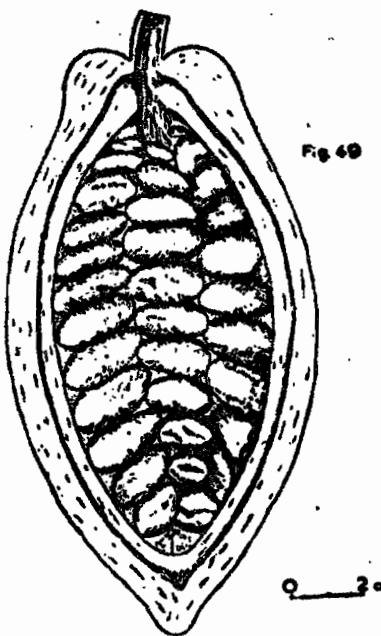
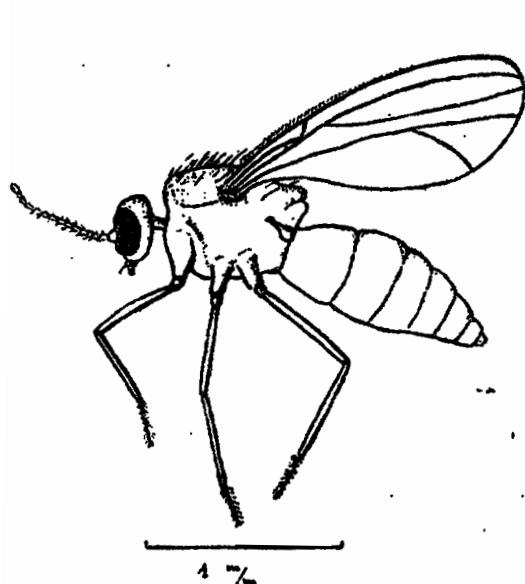
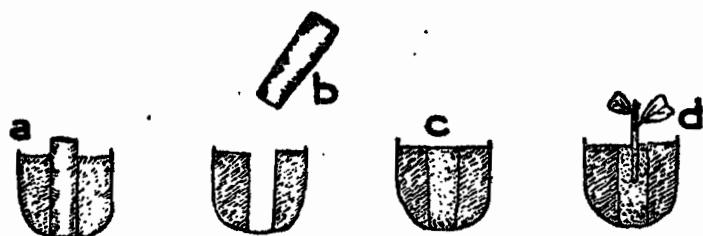


fig. 5

fig. 4

Cabosse d'Amelonado



Bouturage en milieu mixte. Préparation des paniers. a) panier rempli de terre ; b) moule pour cylindre central ; c) cylindre central rempli de sciure ; d) bouture en place.

fig. 6

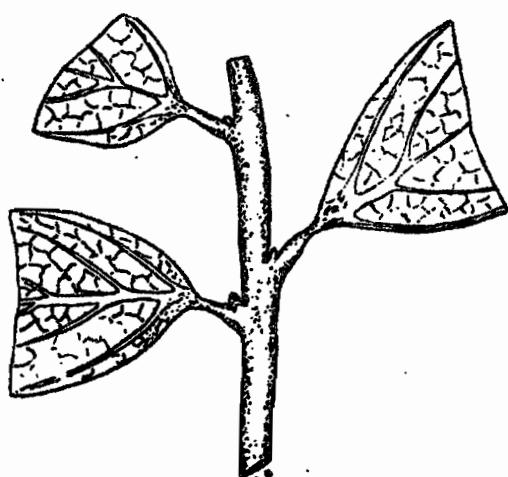


fig. 7

Bouture à trois feuilles prête à être placée en propagateur.

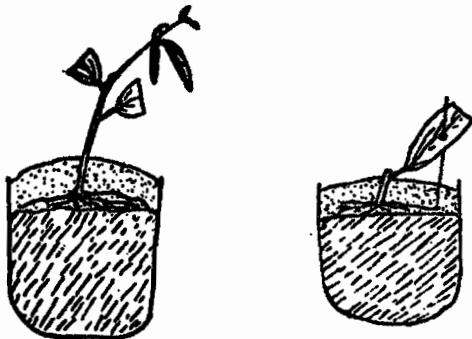
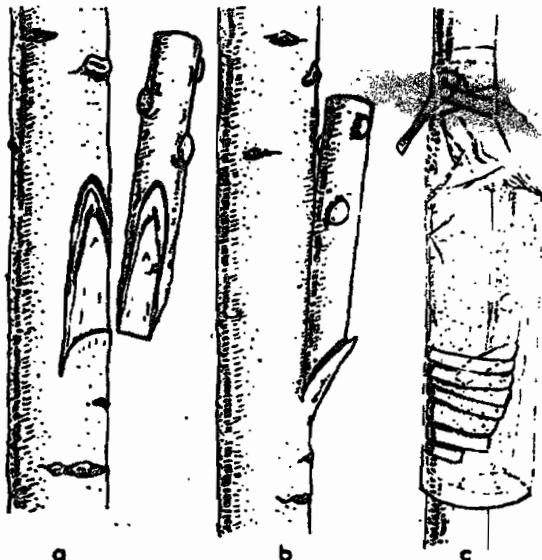


fig. 8 : greffage



— Méthode de greffage utilisée à MIAMI  
D'après SÖDERHOLM et SHAW (186).

fig. 9

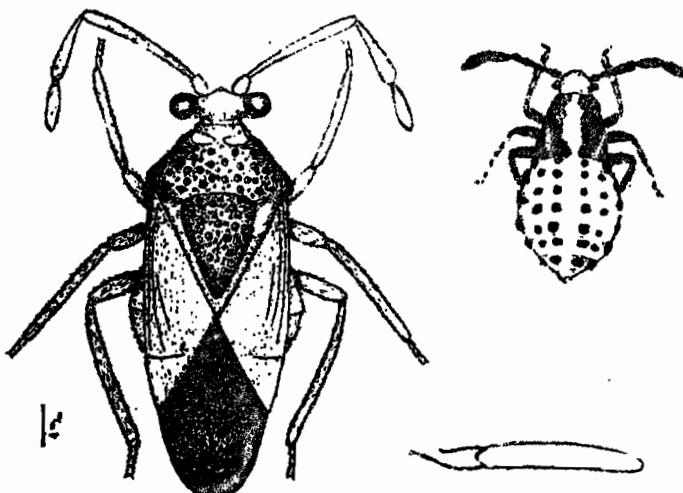


fig. 10 : *Sahlbergella singularis*  
(adulte, larve 4<sup>e</sup> instar, ventr.)

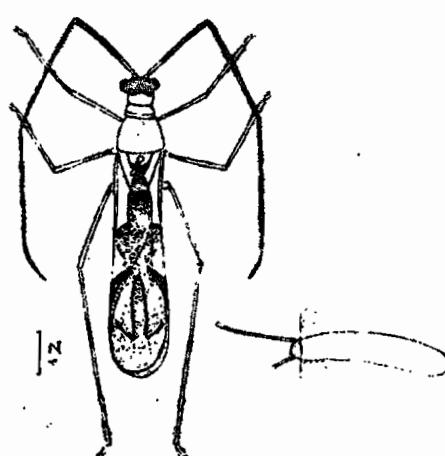
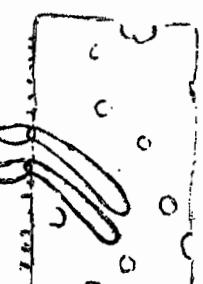


fig. 12 : *Helopeltis bergerothi*

stups invasifs dans  
un cageau cabane



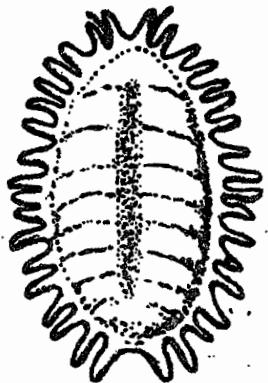
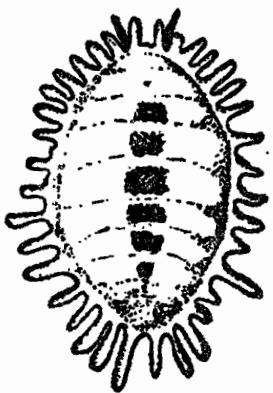
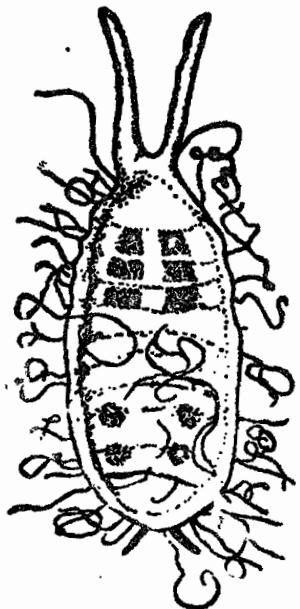


fig. 13 : *Pseudocorixus njalensis* et *P. nitri*



*Ferrina  
nigata*

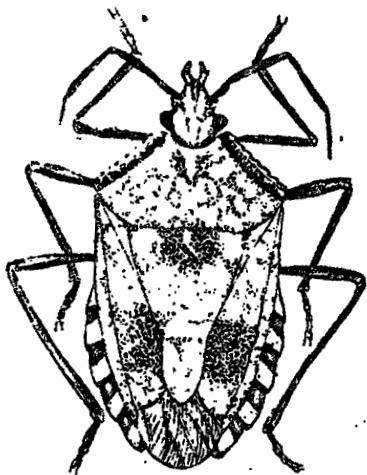


fig. 14 : *Allocera serrata*

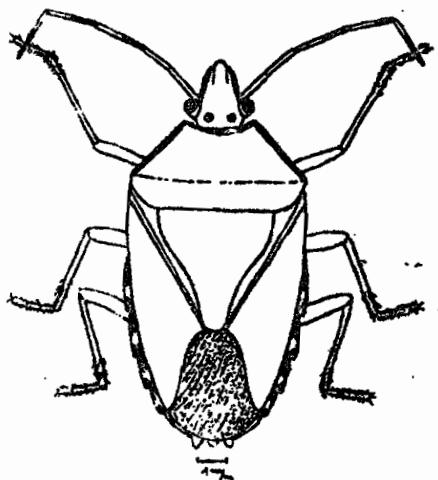


fig. 15 : *Bathycerla ovalis*

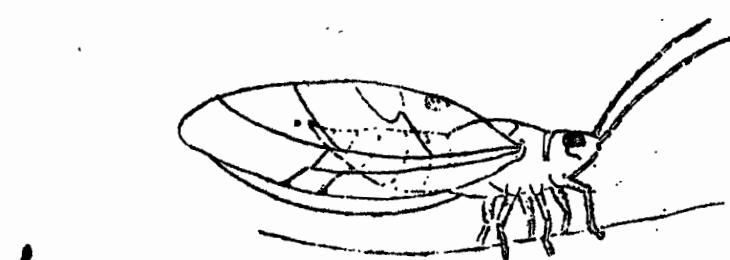
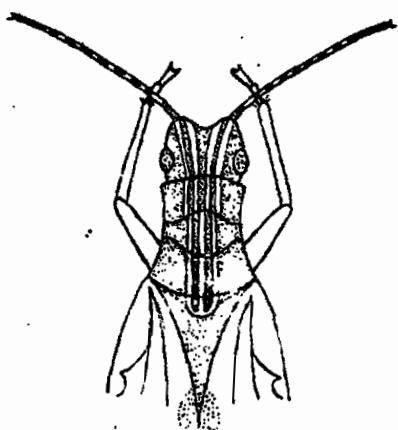


fig. 16 : *Mesochortisma lessmanni*

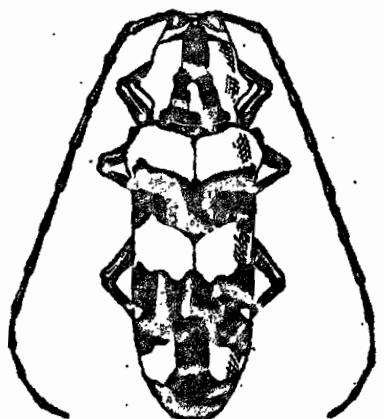


fig. 17 : *Tragocerpha  
nobilis*

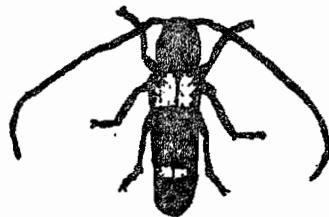


fig. 18: *Glenea formata*

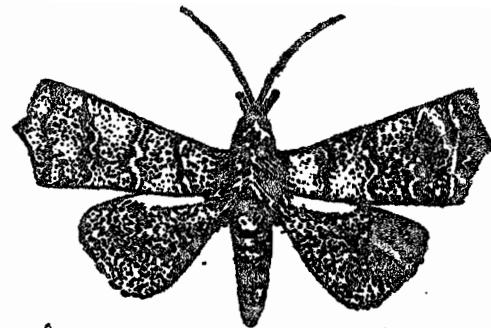


fig. 19: *Anomis lema* ♂

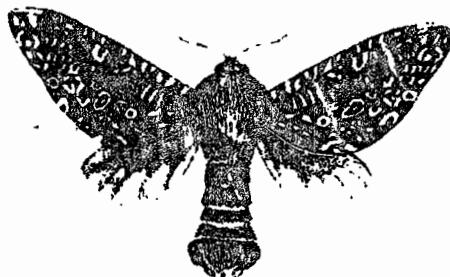
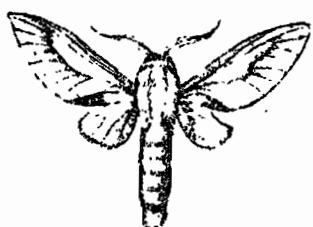


fig. 20 : *Eulophotinus myrmecum* ♂ or ♀

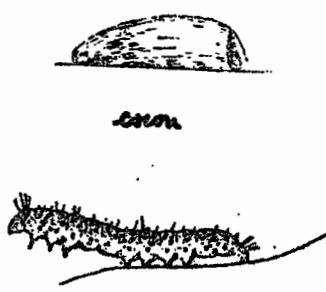
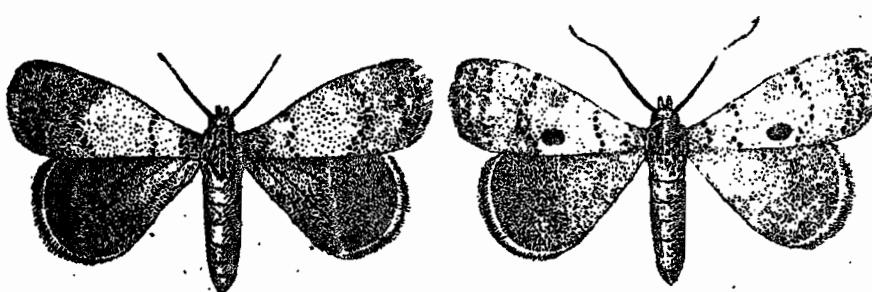


fig. 21 : *Characma nictigrapha* ♂ or ♀

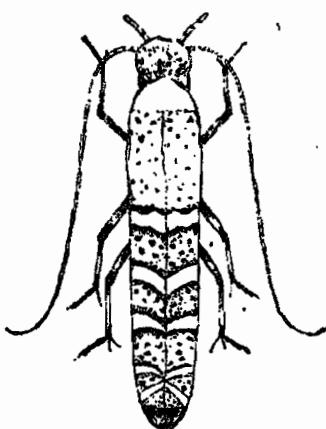


fig. 22 : *Hymenaea* sp.  
papillon or chenille

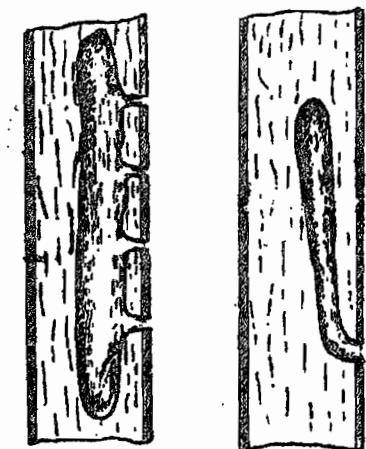


fig. 23 : types de galeries creusées par  
des xylophages :  
*Tangoclytula* *apalis*      *Eulophotinus*



fig. 24 : Balai de meière du *à Marasmius perniciosus*

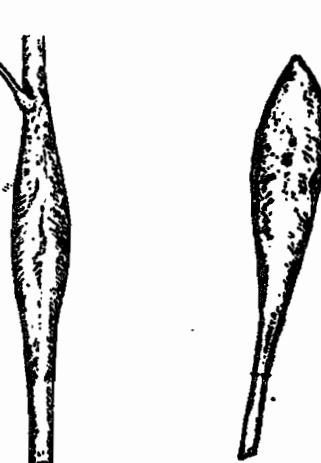
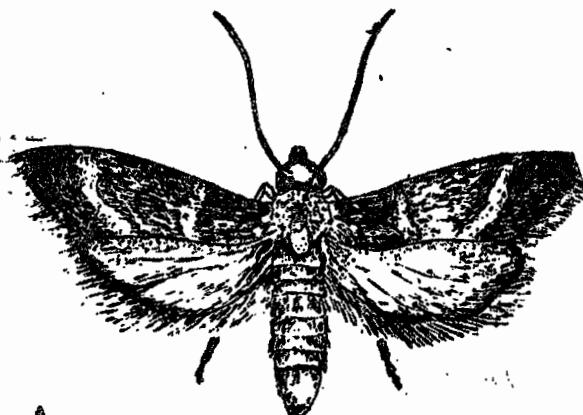


fig. 25

fig. 27.

*Ephestia cautella* Walk. adulte.

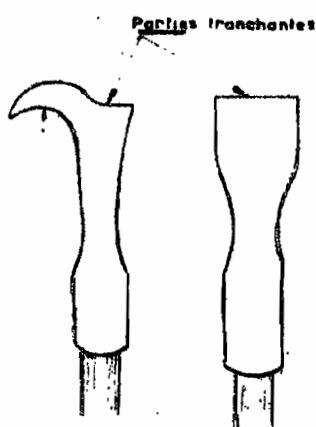
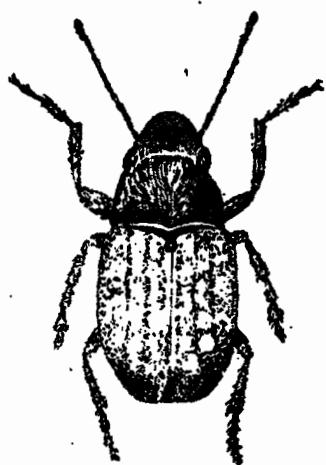


fig. 26



*Aracerus fasciculatus*

fig. 28

fig. 29

Évolution de la production et de la consommation de cacao en fèves.

