



Le cacaoyer, Maisonneuve et Larose, 1990

Par Guy Mossu

Le technicien d'agriculture tropicale

Collection dirigée par **René COSTE**, Ingénieur général d'agronomie, Membre de l'Académie des Sciences d'Outre-Mer.

I. Le cacaoyer dans le monde	2
1 - Origine du cacaoyer cultivé	2
2 - Histoire de la culture du cacaoyer	2
3 - La production et la commercialisation mondiale de cacao.....	3
4 - Les utilisations du cacao	5
II. Les cacaoyers cultivés	6
5 - Classification des cacaoyers cultivés Theobroma cacao L.....	6
III. La plante et son environnement	9
6 - La plante.....	9
7 - Écologie.....	20
IV. Matériel végétal utilisé en plantation	24
8 - Sélection du cacaoyer.....	24
9 - Le transfert inter-états du matériel végétal.....	27
10 - La production des semenceaux: La pépinière	29
V. Mise en place d'une cacaoyère.....	33
11 - Choix du terrain	33
12 - Préparation du terrain.....	34
13 - Plantation	38
14 - Entretien de la plantation	41
15 - Clé d'identification des maladies et déprédateurs.....	45
VI. Récolte et préparation du cacao marchand.....	55
16 - Récolte des cabosses	55
17 - Cabossage	55
18 - Préparation du cacao marchand.....	56
VII. Temps de travaux à l'hectare	65
VIII. Défauts des cacaos marchands.....	68
19 - Espèces et terroirs	68
20 - Méthode d'appréciation de la qualité d'un cacao	69
21 - Résumé des besoins des chocolatiers	71
IX. Fabrication des produits de chocolaterie	73
22 - Les produits semi-finis.....	73
23 - Les produits finis: les chocolats	74
X. Valeur nutritionnelle	78
Lexique	80
Pour en savoir plus	82

I. Le cacaoyer dans le monde

1 - Origine du cacaoyer cultivé

Le cacaoyer cultivé, de son nom botanique *Theobroma cacao* L., appartient à la famille des Sterculiacées.

L'existence de plusieurs «berceaux botaniques» est aujourd'hui admise pour cette plante, le plus important d'entre eux étant situé au pied des Andes, dans le cours supérieur du fleuve Amazone.

Le genre *Theobroma* comprend quelque vingt-deux espèces, toutes originaires des forêts tropicales humides de l'Amérique équatoriale et dont la plupart sont exploitées localement pour la confection de plats cuisinés, de gelées ou de boissons rafraîchissantes.

Cependant, la seule espèce cultivée commercialement pour la production de graines destinées à la préparation du chocolat ou à l'extraction du beurre de cacao est *Theobroma cacao* L.

2 - Histoire de la culture du cacaoyer

Les premiers témoignages de la culture du cacaoyer en Mésoamérique remontent à quelque deux mille ans.

Les Mayas ont été certainement les premiers à cultiver cet arbre dont les fèves étaient utilisées à la fois comme produit de consommation et comme monnaie d'échange.

Les Aztèques des hauts plateaux mexicains avaient étendu leur empire jusqu'aux régions de culture du cacaoyer où ils prélevaient d'importants tributs sous forme de graines qu'ils appelaient «cacaohatl», d'où dérive le mot «cacao». Ils avaient attribué une origine divine au cacaoyer apporté sur terre par le dieu Quetzacoatl (Serpent à plumes); nombreuses étaient alors les cérémonies où le cacao était utilisé comme bien de luxe à valeur sacrée ou comme breuvage, également sacré, qu'ils appelaient «xocoatl», d'où provient le mot «chocolat».

C'est probablement pour rappeler cette légende que Linné donna au cacaoyer cultivé le nom de *Theobroma cacao* (du grec theos = dieux, et bromia = nourriture: «nourriture des dieux»).

Lorsqu'en 1519 Cortes débarqua sur les côtes du Tabasco et entreprit la conquête du Mexique, il s'intéressa très vite au cacao, plus volontiers d'ailleurs sous son aspect richesse et monnaie d'échange que sous son aspect breuvage, même si ce dernier était toujours offert en grande cérémonie.

Le «xocoatl» des Aztèques était préparé à l'aide de graines grillées, broyées, mélangées avec de l'eau et battues vigoureusement, auxquelles on ajoutait de la farine de maïs et divers condiments tels que le piment et le rocou. Cette préparation, consommée fraîche, était reconnue comme nourrissante, fortifiante et aphrodisiaque, mais c'était «pure folie de voir combien il écaurait certains qui n'y étaient point habitués, parce qu'il avait une écume à la

surface et un bouillonnement qui ressemblait à la lie du vin et celui qui l'avalait avait beaucoup de mérite...» (d'après Acosta, 1589).

Les Espagnols comprirent très vite qu'en remplaçant le piment et le rocou par du sucre extrait de la canne dont ils avaient introduit la culture des Canaries à Saint-Domingue puis au Mexique, et par de la vanille, le «xocoatl» devenait une boisson très nettement consommable et de plus en plus appréciée.

Dès la fin du XVI^e siècle, le cacaoyer est cultivé dans la plupart des régions tropicales d'Amérique centrale et du Sud ainsi que dans les Antilles. Les premières exportations de cacao vers l'Europe sont effectuées en 1585 au départ de Veracruz à destination de Cadix. D'Espagne, l'usage du cacao se répand en Europe par les cours royales, en Italie puis en France (Anne d'Autriche, fille de Philippe III d'Espagne, l'y introduisit à la suite de son mariage avec Louis XIII en 1615), puis en Hollande, en Angleterre et en Allemagne.

Dès lors, chroniqueurs, médecins, planteurs, commerçants et gourmands des deux sexes eurent pour cette «nourriture des dieux» des opinions et des sentiments souvent passionnés. Ce fut un véritable engouement: le chocolat avait un franc succès dans les cours royales de Charles II d'Angleterre, de Louis XIV et de Philippe IV en Espagne où, dit-on, les dames de cour se faisaient servir leur chocolat durant les offices religieux en dépit des protestations de l'évêque... Les théologiens eux-mêmes y trouvèrent un nouveau sujet à débat casuistique.

Conséquence de cet engouement, les plantations de cacaoyers se multiplièrent au XVII^e siècle dans le Nouveau Monde, à Trinidad, à la Jamaïque et à Haïti, au Venezuela puis à la Martinique où la culture est commencée par les Français en 1660. Au Brésil, il n'est introduit que tardivement en 1754 dans la région de Bahia. Les Espagnols, les Hollandais et les Portugais introduisent cette culture dans toutes leurs possessions d'outre-mer, dans le Sud-Est asiatique d'une part et, d'autre part, dans les îles du golfe de Guinée. C'est à partir de ces îles Fernando Poo (aujourd'hui Malabo), Sao Tomé et Príncipe, que le cacaoyer est introduit, il y a un peu plus d'un siècle, sur le continent africain.

3 - La production et la commercialisation mondiale de cacao

Parmi les grands produits tropicaux, le cacao n'a jamais joué le rôle dominant de la canne à sucre, du tabac ou du coton tant qu'il est resté l'apanage du Nouveau Monde. C'est l'Afrique qui assura la plus grande partie de sa production dès son introduction sur ce continent à la fin du XIX^e siècle.

Le XX^e siècle voit s'amplifier considérablement le développement de la production, qui atteint 1,5 million de tonnes en 1964 et dépasse aujourd'hui les 2 millions de tonnes. L'Afrique assure à elle seule près de 55 % de cette production mondiale.

Les grands pays producteurs sont aujourd'hui la Côte d'Ivoire, le Brésil, le Ghana, la Malaisie, le Cameroun et le Nigeria.

Cette production progresse à un rythme annuel de 2 à 2,5 % depuis le milieu de la dernière décennie, tandis que la consommation ne connaît qu'un taux de croissance voisin de 1 %.

Chaque saison se solde donc par un excédent qui, sur le plan des prix, se traduit par un alourdissement persistant. Le marché du cacao en fèves, étant un marché libre soumis sans contrainte à la loi de l'offre et de la demande, a toujours été caractérisé par de très fortes fluctuations d'une année à l'autre et parfois au cours d'une même année, voire d'un même mois.

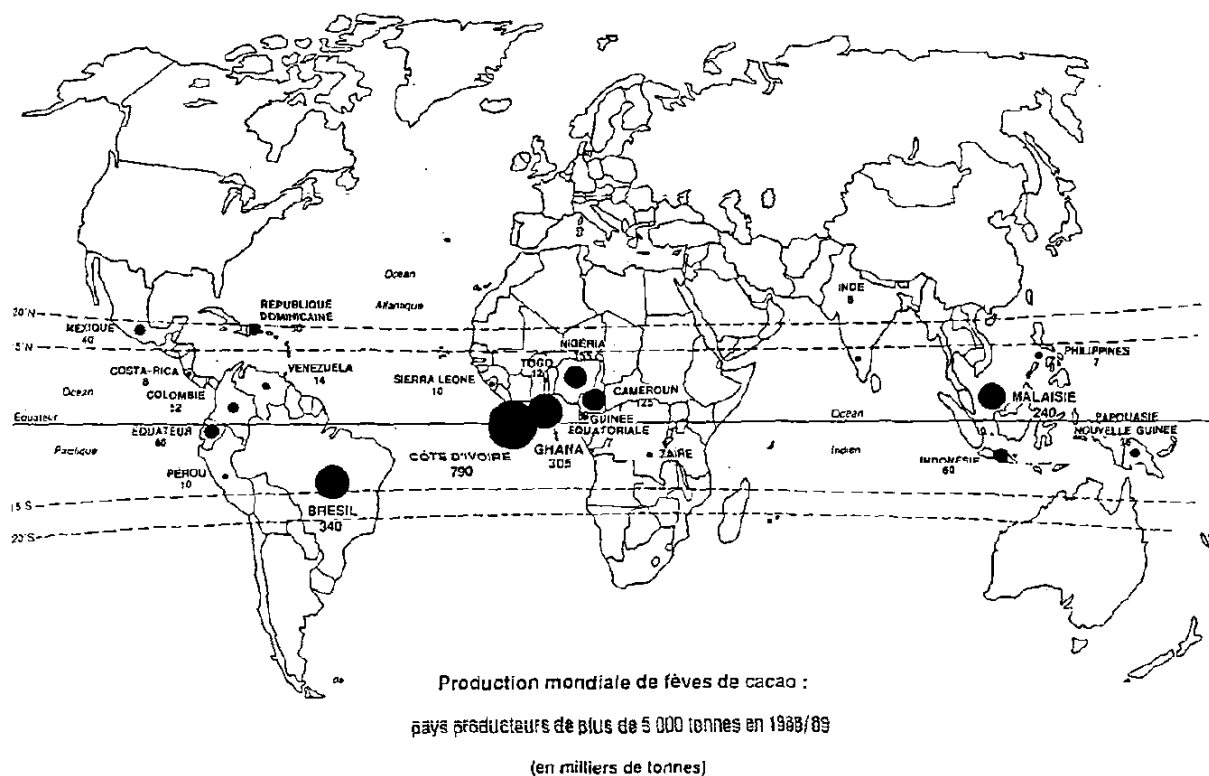


Fig.2. - Production mondiale de fèves de cacao. (Cartographie P. REKACEWICZ et E TROIN).

Tableau 1 - PRODUCTION MONDIALE DE CACAO (en milliers de tonnes).

	1946/47 à 1950/51	1964/65	1974 75	1984/85	1988/89
Afrique	465,1	1 196,3	1 015	1 080	1 431,7
% du total mondial	65,1	79,4	65,3	55,5	59,6
dont:					
Côte d'Ivoire	45,2	147,5	241	565	790
Cameroun	46,0	91,2	118,0	120	125
Togo	3,5	17,4	15,0	10	14
Ghana	241,4	580,9	381,6	175	305
Nigeria	99,6	298,3	214	151	155
Autres pays	29,4	61,0	45,4	59	42,7
Amérique latine	245,9	285,2	479	704	612,4
<i>Caraïbes</i>					
% du total mondial	34,4	18,9	30,8	36,2	25,5
dont:					
Brésil	127,8	118,5	265,5	412	340
Équateur	21,8	48,2	75,3	120	80
Colombie	9,9	17,5	26	41	52,3
Mexique	7,4	20,6	32	42	40
Rép. dominicaine	30,3	25,0	33,2	39	50
Autres pays	48,7	55,4	47,0	50	50,1

Asie-Océanie	3,8	25,0	61	161	356,7
% du total mondial	0,5	1,7	3,9	8,3	14,9
dont:					
Malaisie			12,0	93	240
Papouasie-NG	0,2	21,0	36,0	31	36
Indonésie			3,3	22	60
Autres pays	3,6	4,0	9,7	15	20,7
Total mondial	714,8	1 506,5	1 555	1 945	2 400,8

Quelque trente-sept pays producteurs et consommateurs sont aujourd'hui membres de l'Organisation Internationale du Cacao (ICCO) dont l'objectif est de définir les règles communes qui devraient permettre, par leur application, de limiter ces fluctuations excessives. C'est ainsi que quatre accords internationaux ont été successivement établis; le dernier d'entre eux, datant de 1986, utilise une fourchette de prix désormais exprimés en Droits de Tirages Spéciaux (DTS), c'est-à-dire un panier de monnaies comprenant: dollar 42 %, mark 19 %, yen 15 %, franc 12 %, livre sterling 12 %; l'utilisation du DTS vise à pallier les inconvénients nés de la fluctuation du dollar. Aujourd'hui la mise en œuvre de cet accord n'est pas sans présenter de nombreuses difficultés que les partenaires s'efforcent assidûment de surmonter.

La consommation moyenne mondiale de cacao par personne et par an est de 370 g: 60 g seulement dans les pays en voie de développement (PVD) et 1,25 kg dans les pays industrialisés. Ces moyennes masquent toutefois des réalités fort hétérogènes; c'est ainsi que, du côté des PVD, la consommation annuelle *per capita* est de 30 g en Afrique et de 1,60 kg en Colombie. Parmi les pays industrialisés, le champion du monde est la Suisse avec 4,45 kg par personne et par an; viennent ensuite la Belgique (3,68 kg), l'Autriche (3,19 kg), la France (2,02 kg), les États-Unis (1,99 kg), la Suède (1,71 kg), l'Australie (1,59 kg), la Hongrie (1,54 kg), le Danemark (1,51 kg), l'Allemagne de l'Est (1,45 kg).

4 - Les utilisations du cacao

La fève de cacao est le produit obtenu après fermentation et séchage de la graine fraîche. Elle constitue la matière première d'une importante industrie qui fabrique

" Soit des produits semi-finis destinés à d'autres industries:

- pâte de cacao, utilisée en chocolaterie, biscuiterie, pâtisserie;
- fondue de cacao, destinée à diverses industries alimentaires de produits sucrés;
- beurre de cacao, utilisé en confiserie, chocolaterie, parfumerie et pharmacie.

" Soit des produits finis destinés directement à la consommation:

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

Les sous-produits de cette industrie: coques, matières grasses extraites des coques et des «germes» peuvent être utilisés pour l'alimentation du bétail, la fabrication d'engrais, les produits pharmaceutiques et la savonnerie.

II. Les cacaoyers cultivés

5 - Classification des cacaoyers cultivés *Theobroma cacao* L

Comme de nombreuses espèces répandues en Amazonie, le cacaoyer *Theobroma cacao* L. présente une très grande diversité. Aussi la classification des cacaoyers cultivés fut-elle longtemps très confuse. Elle reposait en effet sur les caractéristiques morphologiques des cabosses, des fleurs ou des graines, qui présentent toutes une très grande variabilité.

On distingue aujourd'hui trois grands groupes qui sont les Criollo, les Forastero amazoniens et les Trinitario. Tous ces types de cacaoyers sont inter-fertiles et donnent, par croisement, des hybrides fertiles qui constituent d'ailleurs aujourd'hui la majorité des cultivars utilisés en plantation.

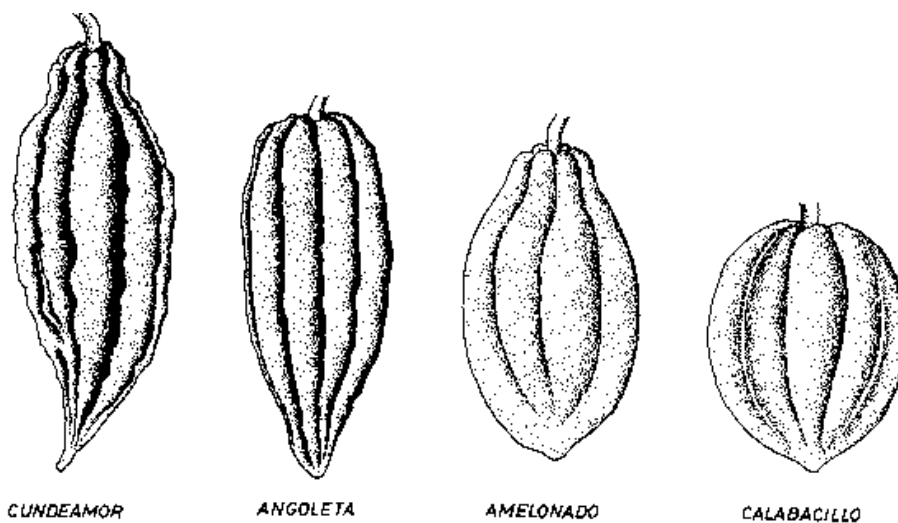


Fig. 3. - Principales formes de cabosses.

Le nombre chromosomique de *Theobroma cacao* L. est $2n = 20$.

5.1 - Groupe des Criollo

Domestiqués depuis très longtemps, probablement par les Mayas, les cacaoyers Criollo se rencontrent maintenant à l'état cultivé au Mexique, au Nicaragua, au Guatemala, en Colombie, au Venezuela, à Madagascar, aux Comores, au Sri Lanka, en Indonésie (Java), aux îles Samoa.

Les caractères principaux de ce groupe sont les suivants:

- staminodes de couleur rose pâle,
- cabosses de couleur verte ou rouge avant maturité, de forme variable mais s'approchant le plus souvent du type cundeamor,
- péricarpe généralement très verruqueux et mince, mésocarpe peu lignifié et mince également,
- fèves dodues, de section presque ronde,

- cotylédons de couleur blanche ou très légèrement pigmentés. Les Criollo fournissent en effet un cacao à «casse claire» très recherché pour son arôme prononcé et sa faible amertume. Il est utilisé, en chocolaterie, pour les produits de luxe.

Les cacaoyers Criollo se rencontrent aujourd'hui sous forme de groupes d'arbres isolés ou de petites plantations très anciennes. Ils sont le plus souvent peu vigoureux, à croissance lente et portent de petites feuilles. Ils sont par ailleurs réputés très sensibles aux maladies, ce qui est probablement l'une des causes de leur abandon progressif au profit d'autres types plus vigoureux.

Les programmes de sélection des Criollo ont été malheureusement peu suivis, à quelques exceptions près, en Colombie et au Venezuela par exemple. Cette origine, très appréciée des utilisateurs, devrait être réhabilitée et faire l'objet de nouvelles études.

Parmi les principaux types de Criollo, on peut citer le cacao Pentagona ou Lagarto aux cabosses à section pentagonale typique, le cacao Real et le cacao Porcelana.

5.2 - Groupe des Forastero

C'est un groupe très diversifié, qui se rencontre à l'état spontané ou sub-spontané en Haute Amazonie (Pérou, Équateur, Colombie), dans le bassin amazonien (Brésil), dans les Guyanes et le long du fleuve Orénoque au Venezuela. Ils sont aujourd'hui très largement utilisés en plantation dans tous les pays producteurs.

Leurs caractéristiques générales sont les suivantes:

- staminodes pigmentés de violet,
- cabosses de couleur verte avant maturité et de forme très variable,
- péricarpe épais et mésocarpe fortement lignifié,
- fèves plus ou moins aplaties,
- cotylédons de couleur pourpre foncé donnant un cacao de saveur relativement amère et de goût souvent acide.

Les Forastero fournissent la presque totalité des cacaos courants provenant du Brésil, de l'Ouest africain et du Sud-Est asiatique.

L'Amelonado de l'Ouest africain appartient à ce groupe, ainsi que les «Maranhao», «Comun» et «Para» du Brésil. Ces deux derniers étant à l'origine, par mutation, des cacaoyers «Almeida» et «Catongo» aux cotylédons blancs.

Il convient de citer également le cacaoyer «Nacional» de l'Équateur, qui produit un cacao fin réputé sur le marché sous le nom d'«Arriba»; ce cacaoyer a malheureusement presque totalement disparu.

Enfin, les cacaos «Haut-Amazoniens», ou «Upper Amazon» par opposition aux autres Forastero dits «Bas-Amazoniens», regroupent les Forastero recueillis par plusieurs expéditions de prospection depuis le début du siècle dans la partie supérieure du bassin amazonien, essentiellement à l'ouest de la ville d'Iquitos. Les Haut-Amazoniens présentent

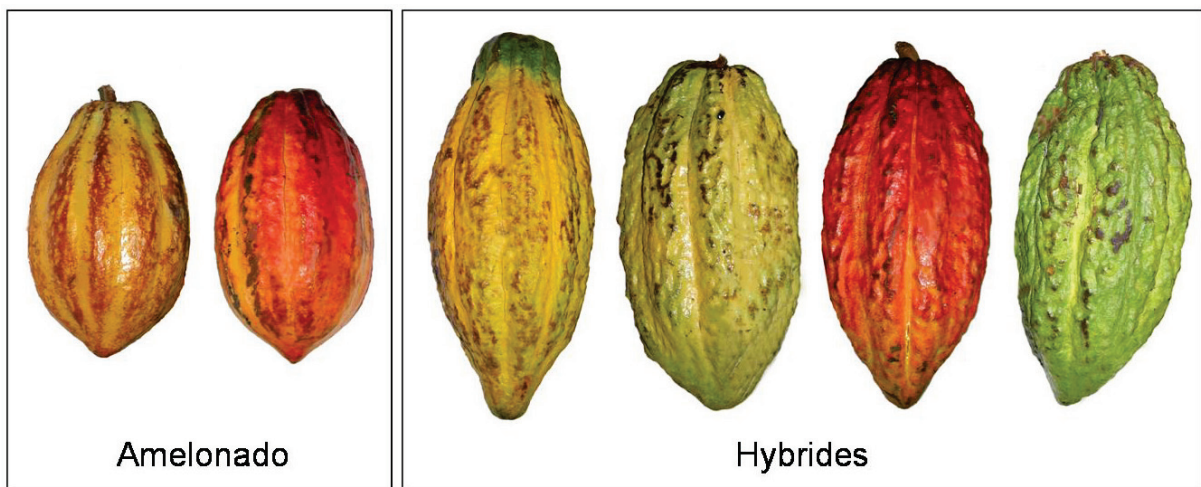
une grande diversité tant dans la forme des cabosses que dans la taille et la coloration des graines qui varie du violet foncé jusqu'au blanc. Ces Haut-Amazoniens portent le plus souvent le nom de la localité ou de la rivière aux alentours desquelles ils ont été récoltés: Iquitos, Nanay, Parinari, Scavina, Morona, Moquique, etc.

5.3 - Groupe des Trinitario

Ce groupe est constitué de types très diversifiés et très hétérogènes issus vraisemblablement du croisement entre Forastero et Criollo. Les Trinitario sont essentiellement cultivés dans tous les pays où furent autrefois cultivés les Criollo (Mexique et Amérique centrale, Trinidad, Colombie, Venezuela), ainsi que dans de nombreux pays d'Afrique et d'Asie du sud-est.

Leurs caractères botaniques présentent tous les intermédiaires entre Criollo et Forastero. Ils produisent un cacao de qualité également intermédiaire.

Les types Trinitario, que l'on retrouve maintenant un peu partout, ont tout d'abord été sélectionnés à Trinidad, d'où leur appellation. Les cultivars de Trinitario portent en général le nom des organismes ou des centres de recherche où ils ont été sélectionnés: ICS (sélection de l'Imperial Collège à Trinidad), UF (sélection de l'United Fruit au Costa Rica), SNK (sélection de la station de Nkoemvone au Cameroun)...



III. La plante et son environnement

6 - La plante

6.1 - Morphologie et biologie

6.1.1 - Généralités

Le cacaoyer adulte est un arbre pouvant atteindre 12 à 15 m de hauteur lorsqu'il pousse à l'état sauvage. Sa taille ainsi que l'importance et le développement de sa frondaison dépendent beaucoup de l'espace disponible. C'est ainsi qu'en plantation, les écartements habituellement pratiqués permettent à l'arbre adulte d'atteindre une hauteur moyenne de 5 à 7 mètres.

Lorsqu'il est issu de la germination d'une graine, le cacaoyer atteint son plein développement vers l'âge de dix ans. Il est cependant productif bien avant cet âge puisque les fleurs et les fruits apparaissent dès la troisième ou quatrième année, le plein rendement étant généralement obtenu vers six ou sept ans. Une plantation bien conduite peut demeurer rentable au moins pendant 25 à 30 ans.

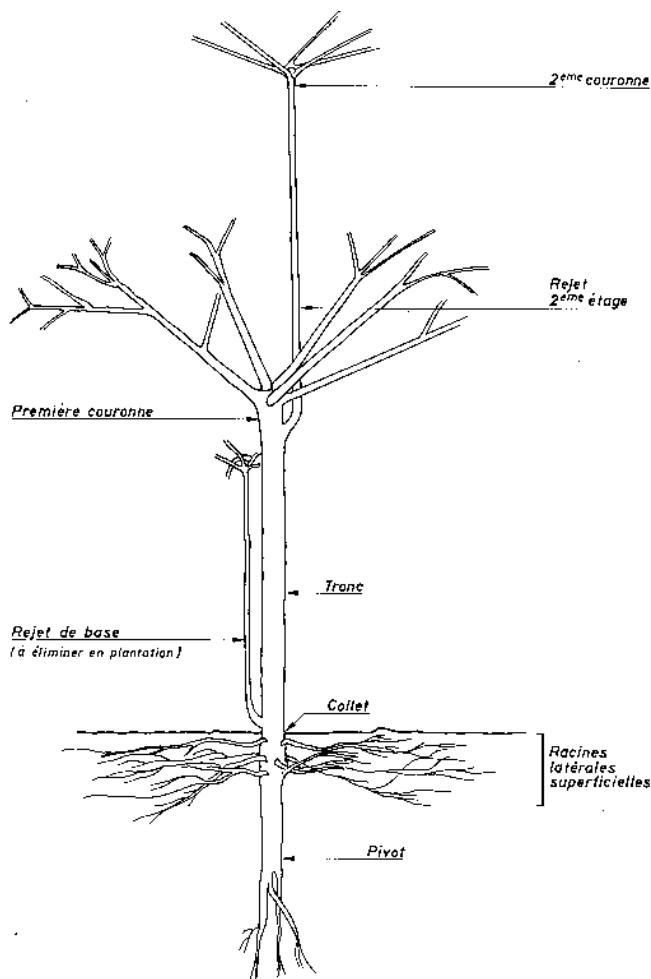


Fig. 4. - Architecture générale d'un cacaoyer en plantation

6.1.2 - Le système racinaire

La première manifestation de la germination d'une graine de cacaoyer est l'apparition, dès le troisième ou quatrième jour après le semis, d'une racine blanchâtre qui croît rapidement et s'enfonce verticalement en pivot dans le sol. Elle atteint 10 à 15 cm de longueur 15 à 20 jours après le semis. Simultanément à cette phase de croissance verticale rapide, apparaissent des racines latérales qui se développent horizontalement.

Le pivot atteint son développement définitif environ dix ans après le semis: sa longueur varie de 0,80 m à 1,50 m ou même 2 mètres.

Sur toute sa longueur, le pivot donne naissance à des racines latérales, mais celles-ci ne prennent un développement important que dans la partie supérieure, entre le collet et quinze à vingt centimètres de profondeur.

Huit à dix racines latérales cheminent ainsi dans la couche superficielle du sol; leurs abondantes ramifications forment un chevelu de radicules fibreuses pouvant couvrir une surface au sol de 5 à 6 m de rayon tout autour de l'arbre.

Le système racinaire présente un dimorphisme de croissance caractérisé par un axe à développement orthotrope, le pivot, et des ramifications latérales plagiotropes, les racines latérales.

6.1.3 - La partie aérienne

6.1.3.1 - Le tronc

La tige se développe d'abord en un axe vertical (orthotropie) sur lequel les feuilles, longuement pétiolées, apparaissent suivant la phyllotaxie 3/8. La croissance en hauteur de la tige s'effectue par poussées successives jusque vers l'âge de dix-huit mois. Elle est alors interrompue par dégénérescence du bourgeon terminal sous lequel apparaissent simultanément les premières ramifications, sous forme d'un verticille de cinq rameaux, à développement sub-horizontale (plagiotropie). Ces rameaux deviendront les branches charpentières de la frondaison. Ils constituent la «couronne» de l'arbre.

A ce moment, le tronc a atteint une hauteur moyenne de 1,50 m. Mais d'autres bourgeons axillaires du tronc, situés à l'aisselle d'une feuille ou d'une cicatrice foliaire, immédiatement en dessous des branches de la couronne, se développent et donnent naissance à de nombreux axes orthotropes qui se comportent exactement comme la première tige. Le maintien du plus vigoureux d'entre eux, après élimination des autres, permet au tronc de croître d'une hauteur équivalente et une deuxième couronne se forme. Lorsque cette dernière est bien développée, la première couronne disparaît progressivement. Plusieurs étages peuvent ainsi se superposer successivement à la tige initiale. A l'état sauvage, les gourmands se développent librement; certains d'entre eux émettant parfois des racines, l'ensemble confère le plus souvent au cacaoyer sauvage l'aspect d'une touffe de tiges.

En plantation, on maintient généralement le cacaoyer sur une seule tige et au niveau de la deuxième couronne par suppression systématique de tous les rejets ou gourmands orthotropes qui peuvent apparaître sur le tronc.

Le tronc du cacaoyer est caractérisé par: un port vertical (orthotropie), une phyllotaxie 3/8, des feuilles longuement pétiolées, des bourgeons axillaires orthotropes, une croissance définie, une différenciation de cinq bourgeons plagiotropes, sous l'apex, au moment de la dégénérescence du bourgeon terminal

6.1.3.2 - La couronne et les ramifications secondaires

Les branches charpentières de la couronne, ainsi que les ramifications secondaires auxquelles elles donnent naissance, ont un port sub-horizontale (plagiotropie). Leur croissance est indéfinie et discontinue: elle se fait par poussées foliaires successives appelées «flushes», séparées par des périodes de dormance des bourgeons terminaux. Chaque poussée donne naissance à cinq ou six feuilles alternes, à pétiole court, selon une phyllotaxie de 1/2. On observe en général quatre à cinq poussées foliaires dans l'année.

Tous les bourgeons axillaires existant à l'aisselle de chaque feuille, ou cicatrice foliaire, peuvent donner naissance à un rameau. Toutefois, sur certains axes plagiotropes, et en particulier à la base des branches charpentières de la couronne, peuvent apparaître des rejets orthotropes.

Entre le débourrement d'un bourgeon et l'aoûtement du bois de la nouvelle branche, il s'écoule environ sept semaines.

Les branches d'un cacaoyer sont caractérisées par: un port sub-horizontale (plagiotropie), une phyllotaxie 1/2, des feuilles à pétiole court, des bourgeons axillaires plagiotropes (sauf exception), une croissance indéfinie se faisant par poussées foliaires discontinues.

6.1.3.3 - La feuille

Les jeunes feuilles qui apparaissent lors de la croissance du tronc ou des poussées foliaires sont très souvent pigmentées. Leur couleur peut varier, selon les arbres, du vert pâle plus ou moins rosé au violet foncé. De consistance molle, ces jeunes feuilles sont pendantes.

Au cours de leur maturation, les feuilles prennent une couleur vert foncé et acquièrent une rigidité qui leur permet de se maintenir selon un port sub-horizontale.

La période d'activité photosynthétique de la feuille est à son optimum durant les quatre à cinq premiers mois de son existence. Elle rentre ensuite en phase de sénescence, devient cassante et tombe après une vie moyenne d'une année l'arbre porte toujours des feuilles d'âge différent issues de quatre à cinq poussées foliaires annuelles.

Le pétiole, dont la longueur varie de 7 à 9 cm pour les feuilles portées par les axes orthotropes et de 2 à 3 cm pour celles des rameaux plagiotropes, est muni à ses extrémités de deux renflements caractéristiques. Le limbe est entier, simple, oblong, pointu et penninervé. Ses dimensions sont, en moyenne, d'une vingtaine de centimètres en longueur et de huit à dix centimètres en largeur; elles varient beaucoup et peuvent atteindre jusqu'à 50 cm de long par exemple, selon les cultivars et selon l'exposition à la lumière. Les feuilles exposées à la lumière sont plus fortes et plus épaisses que les feuilles ombragées. Les stomates, de très

petites dimensions, n'existent que sur la face inférieure du limbe, l'épiderme supérieur étant fortement cutinisé.

6.1.4 - La floraison - La fleur

Les fleurs apparaissent sur l'écorce du bois, une ou deux années après l'aoûtement de ce dernier. Sur le tronc, elles ne sont généralement pas observées avant le développement de la couronne.

La première floraison peut se produire à l'âge de deux ans pour des arbres très précoces, mais apparaît plus généralement la troisième ou quatrième année après la germination.

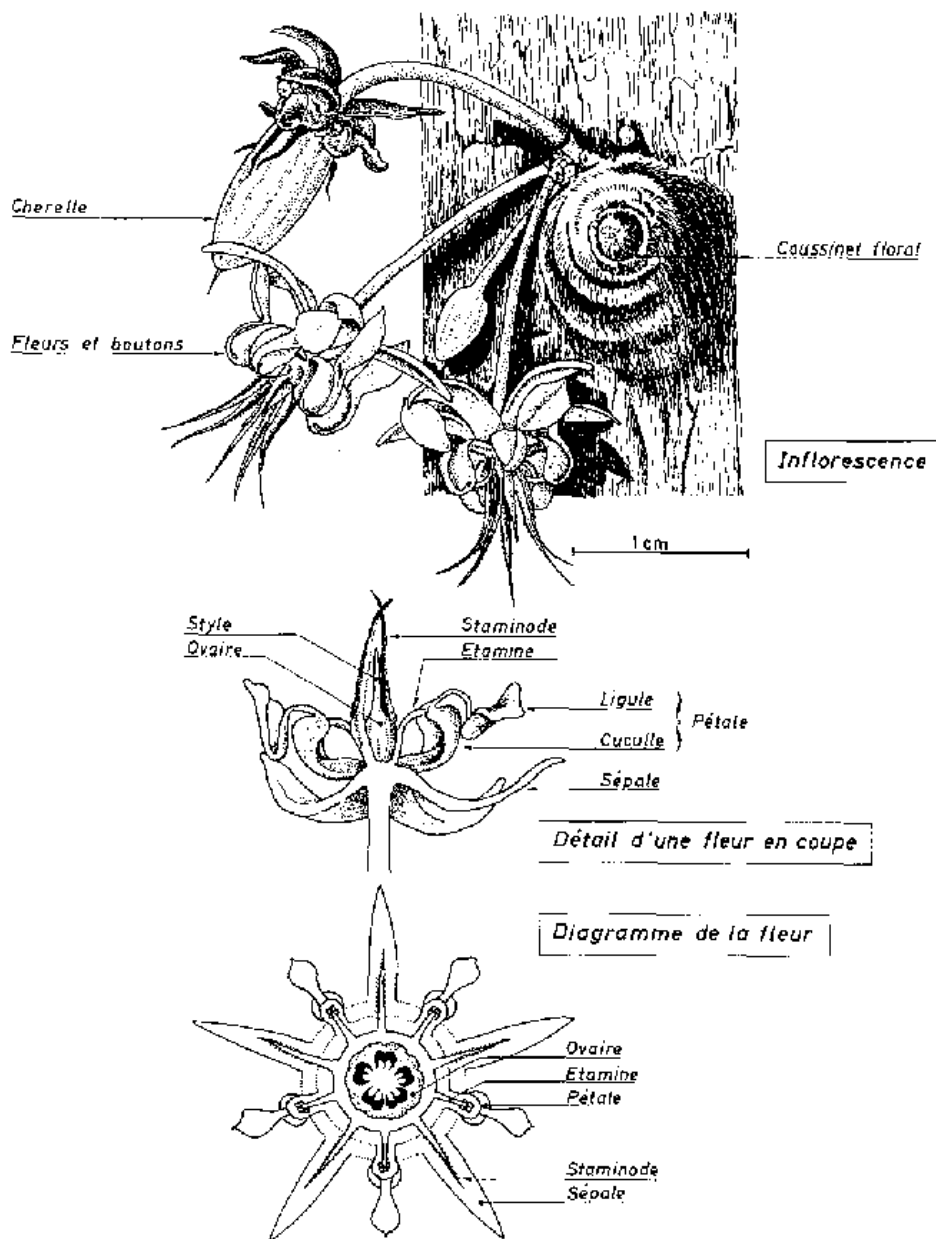


Fig. 5. - Inflorescence et fleur du cacaoyer. (D'après N. HALLÉ).

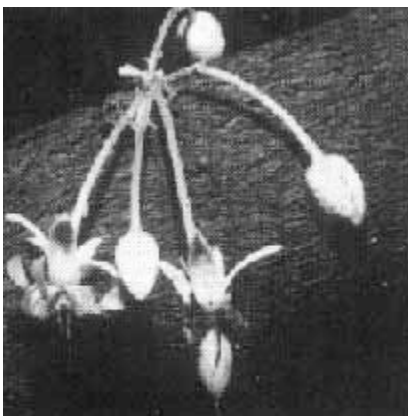
La floraison s'effectue par périodes successives qui dépendent des conditions d'environnement et de l'état physiologique de la plante. A quelques exceptions près, les cacaoyers d'une même plantation, d'un même pays ou d'une région entière ont des périodes de floraison synchrones, par vagues successives, dont l'amplitude est plus ou moins marquée selon les arbres. Les crêtes de ces vagues correspondent à une floraison maximale pour tous les cacaoyers d'un même site, tandis que les creux peuvent correspondre, pour certains d'entre eux, à une disparition totale des fleurs. Ainsi certains cacaoyers ont-ils des pics de floraison marqués, en général deux fois par an, séparés par des floraisons modestes mais continues - c'est le cas, par exemple, des Haut-Amazoniens. D'autres, comme les Amelonado Ouest Africains, ne présentent que les pics de floraison maximale séparés par des périodes totalement dépourvues de fleurs.

Les fleurs sont groupées en inflorescences provenant de la croissance des bourgeons axillaires après la chute des feuilles et dès que les conditions physiologiques et édaphoclimatiques favorables sont réunies.

Chaque inflorescence est une cyme bipare aux ramifications très courtes (1 à 2 mm).

Les bourgeons axillaires, devenus inflorescences, gardent définitivement cette fonction; leur développement, chaque année aux mêmes emplacements de l'écorce, provoque à la longue des boursouflures plus ou moins marquées appelées «coussinets floraux». Un coussinet floral peut porter de très nombreuses fleurs en même temps. Quelle que soit la période d'induction florale, la production de fleurs est simultanée sur tous les coussinets floraux de l'arbre.

La fleur est supportée par un pédicelle de 1 à 3 cm de long. Elle est hermaphrodite, de petite taille (son diamètre varie de 0,5 à 1 cm), régulière et de type 5. Les cinq sépales, soudés à leur base, sont blancs ou teintés de rose. Les cinq pétales alternant avec les sépales ont une forme très caractéristique: très étroits à la base, ils s'élargissent et deviennent concaves pour former un petit capuchon appelé «cuculle», de couleur blanche, bordé intérieurement de deux nervures violettes. La cuculle est ouverte vers l'axe de la fleur, elle est prolongée à sa partie supérieure d'une étroite languette qui retombe vers l'extérieur et dont l'extrémité s'élargit en ligule lancéolée de couleur variable selon les arbres, du blanc au jaune franc.



Ph. 1. - Boutons floraux, fleur et nouaison du cacaoyer. Ph. 2. - Floraison et fructification. (*Cl. G. BLAHA*)

L'ovaire, supère, comprend cinq loges contenant chacune six à douze ovules disposés autour de l'axe central de l'ovaire. Le style, tubulaire, est terminé par cinq stigmates.

L'androcée est composé de cinq étamines alternant avec cinq staminodes stériles. Étamines et staminodes sont soudés à leur base, formant une courte gaine tubulaire. Les staminodes, de couleur violacée, sont érigés autour du style tandis que les étamines, blanches, sont recourbées vers l'extérieur et cachent ainsi leurs anthères à l'intérieur des cuculles des pétales. Chaque étamine est double et les anthères comportent quatre sacs polliniques.

Dès l'épanouissement de la fleur, la déhiscence des anthères libère un pollen immédiatement fonctionnel mais qui, dans les conditions naturelles, ne reste viable que quarante-huit heures au maximum.

L'épanouissement du bouton floral débute l'après-midi et est complet aux premières heures de la matinée suivante. Un bouton floral sur le point de s'épanouir est reconnaissable par sa forme bombée et par le tracé marqué des lignes de séparation des sépales.

6.1.5 - La fructification

6.1.5.1 - La pollinisation

Une telle disposition des pièces florales ne contribue pas, on le conçoit, à faciliter la pollinisation. Celle-ci est essentiellement entomophile, mais les insectes qui en sont responsables se révèlent, de par leur petitesse, très difficiles à observer en champs. Dans la majorité des cas, les principaux agents pollinisateurs, reconnus par piégeage, sont des moucheron du genre *Forcypomyia* de la famille des Cératopogonides. Mais on cite aussi les fourmis du genre *Crematogaster*, les Diptères Cécidomies, les Thrips et les Cicadelles.

Près de 60 % des fleurs produites par le cacaoyer ne sont pas pollinisées et tombent au bout de quarante-huit heures. Environ 5 % seulement des fleurs pollinisées reçoivent un nombre de grains de pollen nécessaire et suffisant pour féconder tous les ovules.

Cette sous-pollinisation chronique du cacaoyer, confirmée et mesurée dans plusieurs pays d'Afrique et d'Amérique, dépend des facteurs d'environnement et, en particulier, du nombre et du trafic des insectes pollinisateurs. Elle dépend également de la quantité, variable au cours du temps et selon l'état sanitaire de l'arbre, du pollen produit par les étamines.

Le cacaoyer adulte produit plusieurs milliers de fleurs chaque année, mais la nouaison, premier stade du développement d'un fruit, n'apparaît que pour quelques dizaines d'entre elles.

6.1.5.2 - La fécondation et les phénomènes d'incompatibilité

On estime qu'il y a eu pollinisation réussie lorsque l'efficacité du pollen et la tenue de la fleur ont conduit, après trois jours, à l'état «ovaire gonflé», premier signe visible de la fécondation des ovules. L'aptitude à la fécondation des fleurs fraîches est toujours très élevée et très constante dans le temps.

De nombreux cas d'incompatibilité peuvent cependant s'exprimer tardivement, jusqu'à plusieurs semaines après la pollinisation, provoquant ainsi la chute des jeunes fruits.

L'incompatibilité observée chez le cacaoyer présente des caractéristiques peu courantes dans le monde végétal. En effet, alors que chez la plupart des espèces l'incompatibilité se manifeste au niveau du style de la fleur par un blocage de la germination du pollen, chez le cacaoyer, le pollen est toujours capable de germer, la réaction d'incompatibilité n'intervenant que tardivement à la fois au niveau de l'ovaire et au niveau des fécondations elles-mêmes.

Un mécanisme génétique a été proposé pour expliquer ces phénomènes dont l'intensité varie selon les origines de l'arbre et dont la compréhension revêt, comme pour toute espèce cultivée, une très grande importance pour les travaux de sélection effectués sur cette plante.

Les cultivars Forastero Haut-Amazoniens sont très généralement auto-incompatibles, mais presque toujours intercompatibles. Les Trinitario comprennent une grande proportion de cultivars auto-incompatibles qui, à la différence des Haut-Amazoniens, n'acceptent que du pollen d'arbres auto-compatibles pour donner des fruits. Les cultivars Forastero Bas-Amazoniens, et en particulier les Amelonado, sont normalement auto-compatibles.

6.1.6 - Le fruit

Lorsque la fécondation est réussie, ce qui, comme nous venons de le voir, compte tenu de la disposition des pièces florales, de la sous-pollinisation et des problèmes de compatibilité, constitue une véritable prouesse, le fruit commence son développement, visible, dès le troisième jour après la pollinisation, par le stade «ovaire gonflé».

Le fruit du cacaoyer, appelé «chérelle» pendant la durée de sa croissance puis «cabosse» lorsqu'il a sa taille définitive, atteint sa maturité après cinq à six mois selon les origines. La cabosse comprend une seule cavité dans laquelle les graines, enveloppées d'une pulpe mucilagineuse épaisse, apparaissent imbriquées selon cinq rangées longitudinales.

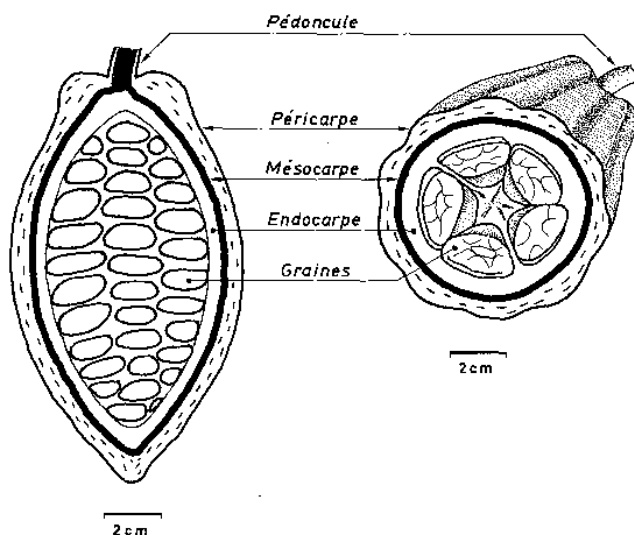


Fig. 6. - Coupes longitudinale et transversale d'une cabosse de cacaoyer



Ph. 3. - Fructification du cacaoyer. (Cl. G. MOSSU)

Le fruit est porté par un pédoncule ligneux qui provient du développement en épaisseur du pédicelle de la fleur. Le péricarpe - ou cortex - de la cabosse est composé de trois couches bien différenciées: l'épicarpe, charnu et épais, plus ou moins dur, dont l'assise épidermique extérieure peut être pigmentée, le mésocarpe, mince et dur, plus ou moins lignifié, et l'endocarpe charnu et plus ou moins épais.

S'il est habituel de dire qu'une cabosse contient en général une moyenne de trente à quarante graines, ce qui est probablement commode pour une évaluation grossière de rendement en plantation, il se trouve qu'en réalité, le taux de remplissage des cabosses en graines est très variable, il dépend de facteurs récemment quantifiés par l'IRCC et qui sont:

- la qualité de la pollinisation caractérisée par le dépôt de pollen efficace sur les styles des fleurs;
- le nombre moyen d'ovules contenus dans les ovaires; caractéristique clonale très importante puisqu'elle représente le potentiel de production en graines de la plante;
- la fertilité, c'est-à-dire le taux de transformation des ovules fécondés en graines;
- enfin le nombre minimal de graines pour qu'une chérelle ne flétrisse pas. En effet, la probabilité de tenue de la jeune chérelle sur l'arbre décroît très rapidement si le nombre de graines qu'elle contient est inférieur à un seuil, appelé «point de flétrissement différentiel», variable selon les origines.

6.1.6.1 - Dessèchement des jeunes fruits

Indépendamment des maladies ou attaques d'insectes, la perte des jeunes fruits peut être due à un dessèchement des chérelles sur l'arbre.

Ce phénomène, appelé «wilt» (terme anglais signifiant dessèchement, flétrissement), apparaît généralement entre cinquante et soixante-dix jours après la pollinisation et peut affecter 20 à 90 % des chérelles formées. Plusieurs causes ont été décrites, parmi lesquelles il convient de citer:

- la manifestation d'un mécanisme physiologique de régulation de la fructification, probablement sous le contrôle d'hormones de croissance. On parle alors de «wilt physiologique»,
- les phénomènes d'incompatibilité qui peuvent s'exprimer tardivement,
- le flétrissement différentiel dont on ignore à quel stade du développement du fruit il intervient.

A noter par ailleurs que la période critique considérée correspond, entre autres modifications chimiques ou physiologiques du fruit, aux toutes premières divisions cellulaires des embryons dans les graines.

6.1.6.2 - Forme, taille et couleur des cabosses

Ces caractères sont extrêmement variables selon les génotypes.

La cabosse, avant maturité, peut être soit verte, soit rouge-violet plus ou moins foncé, soit verte partiellement pigmentée de rouge-violet. En règle générale, on peut dire que tous les

Forastero ont des cabosses vertes avant maturité et jaunes à maturité. La pigmentation rouge-violet est une caractéristique de l'origine Criollo que l'on retrouve plus ou moins marquée sur la cabosse des Trinitario (hybrides de Criollo x Forastero). Cette pigmentation rouge-violet avant maturité devient rouge franc ou orange à maturité.

La forme de la cabosse est déterminée d'une part par le rapport entre la longueur et la largeur et d'autre part par la forme des deux extrémités. Très variable, elle peut aller de la forme presque sphérique des types «calabacillo» à la forme allongée et pointue des «cundeamor» ou des «angoletta» en passant par la forme ovale et régulière des «Amelonado». L'extrémité pédonculaire peut être étranglée comme un goulot de bouteille, tandis que la pointe distale peut être plus ou moins marquée.

Cinq à dix sillons régulièrement espacés longent généralement la cabosse d'une extrémité à l'autre. Enfin, la surface du fruit peut être parfaitement lisse ou, au contraire, très verruqueuse.

A maturité, la longueur de la cabosse varie, selon le cultivar, entre 10 et 35 cm. Elle se situe en moyenne entre 15 et 20 cm. De même le poids est extrêmement variable; il oscille de 200 g à plus de 1 kg, la moyenne se situant vers 400 ou 500 g. Une cabosse moyenne contient 100 à 120 g de graines. Toutes ces moyennes cachent, comme nous l'avons vu, de grandes variations.

6.1.7 - La graine ou «fève fraîche»

6.1.7.1 - Morphologie

La graine de cacao, ou fève fraîche, a la forme d'une amande plus ou moins dodue, recouverte d'une pulpe mucilagineuse de couleur blanche, de saveur sucrée et acidulée. Les dimensions moyennes de la graine sont de 20 à 30 mm de long, 12 à 16 mm de large et 7 à 12 mm d'épaisseur.

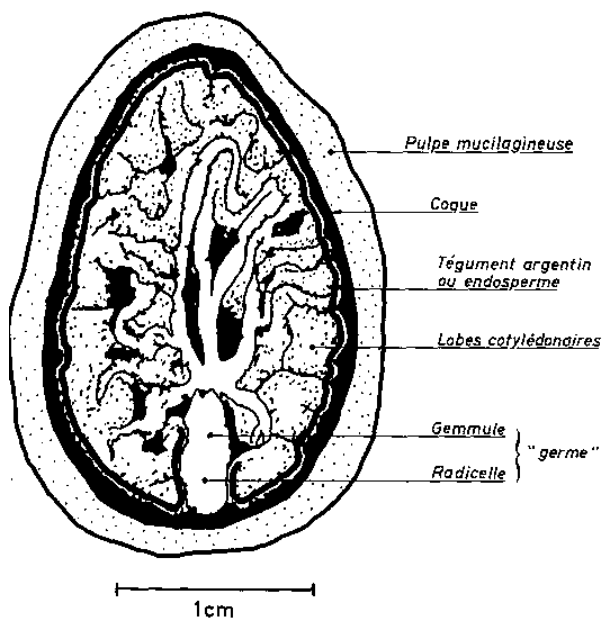


Fig. 7 - Coupe longitudinale d'une graine de cacaoyer.

C'est une graine sans albumen, constituée, de l'extérieur vers l'intérieur:

- d'une coque mince, résistante, rosée, nervurée, provenant du développement des téguments de l'ovule,
- d'une fine pellicule, le tégument argentin, translucide, brillant,
- des deux cotylédons de l'embryon, qui occupent, à l'intérieur de ce tégument, tout le volume de la graine. Ces cotylédons sont de couleur variant, selon les origines, du blanc au violet foncé et sont très fortement plissés avec de nombreux lobes imbriqués les uns dans les autres. Entre les deux cotylédons, réunis à leur base par une radicule de 6 à 7 mm, se trouve une gemmule rudimentaire. Radicule et gemmule sont souvent appelés improprement «germe» de la fève de cacao.

La dimension, la forme des graines, la couleur des cotylédons sont des caractères distinctifs des cultivars. Bien que dépendant des facteurs génétiques, ils sont souvent accentués par les facteurs climatiques.

Le poids d'une graine, après élimination de la pulpe et de la coque, est généralement compris entre 1,3 g et 2,3 g.

Le poids de la même graine, après séchage, se situe entre 0,9 g et 1,5 g.

Le rapport du poids de coque calculé sur la graine dépulpée et séchée est généralement compris entre 5 et 8 %.

Le pourcentage moyen du poids de pulpe calculé sur la graine reste en général inférieur à 40 %.

Le poids des cotylédons secs, enfin, représente en général 65 % du poids des cotylédons frais, mais peut varier de 50 à 85 %.

6.1.7.2 - Structure anatomique et composition chimique des cotylédons

L'étude histologique des cotylédons frais permet de mettre en évidence trois types de cellules:

- des cellules épidermiques disposées en couche monocellulaire;
- des cellules parenchymateuses de réserve qui constituent environ 90 % des tissus des cotylédons. Ces cellules, incolores, contiennent de la matière grasse appelée beurre de cacao, des protéines sous forme de grains d'aleurone et des grains d'amidon. Les cotylédons sont en effet très riches en matière grasse: en général 45 à 65 % de la masse des graines séchées selon les origines génétiques;
- des cellules à pigments qui constituent environ 10 % des tissus des cotylédons et sont responsables de leur coloration.

Ces cellules contiennent de nombreux polyphénols (tanins, catéchines, anthocyanine, leucoanthocyanine) et des purines (théobromine et caféine). L'anthocyanine, communément appelée «rouge de cacao» ou «pourpre de cacao» est responsable de la coloration violette des cotylédons. Les tanins, de goût astringent, s'oxydent rapidement en fournissant des produits colorés appelés «brun de cacao».

La théobromine (3-7-diméthylxanthine) et la caféine (1-3-7-triméthylxanthine), plus ou moins liées aux tanins, forment des composés complexes dans les cotylédons frais. La théobromine, entre autres composés, est responsable de l'amertume des fèves de cacao, c'est-à-dire des graines qui ont subi les opérations de fermentation et de séchage nécessaires à la préparation du cacao marchand.

Aucune substance caractéristique de l'« arôme chocolat » n'a pu être décelée dans la graine de cacao non fermentée.

6.1.7.3 - Germination de la graine et pouvoir germinatif

La germination de la graine est épigée. Quatre à six jours après le semis, la racine croît verticalement et rapidement dans le sol tandis qu'une hypocotyle vigoureuse tire les cotylédons vers la surface. D'abord incurvé en crosse tant que les cotylédons demeurent enfouis dans le sol, l'hypocotyle se redresse et soulève les cotylédons à quelque 8 à 12 cm au bout de dix à douze jours. A ce stade, les cotylédons se séparent et s'écartent largement de part et d'autre de l'axe hypocotylé, tandis que la gemmule se développe en tigelle sur laquelle apparaissent, environ quinze jours après le semis, les quatre premières vraies feuilles dont les entre-nœuds très courts donnent à l'ensemble un aspect de rosette. Le bourgeon terminal poursuit son développement, la tige pousse verticalement et constitue le tronc du jeune cacaoyer.

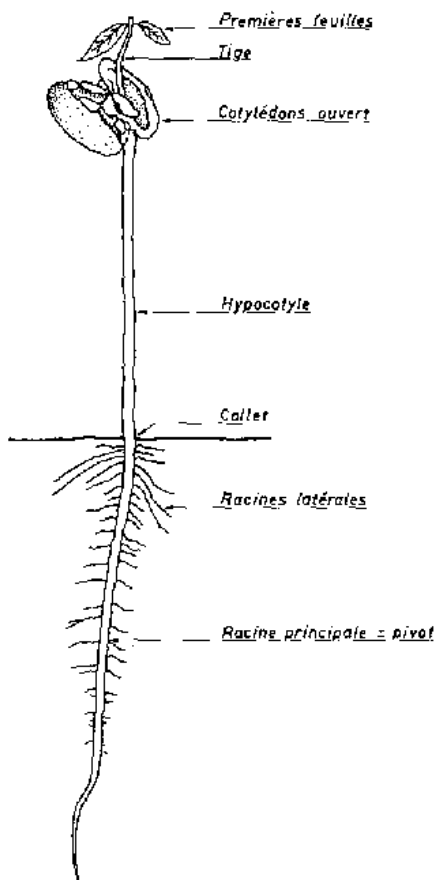


Fig. 8. - Germination de la graine de cacaoyer (10 à 12 jours après le semis).

La maturité physiologique de la graine est atteinte bien avant que le fruit ne soit mûr et, dans les conditions normales de récolte, la graine doit être semée dès son extraction de la cabosse. En effet, le pouvoir germinatif décroît alors rapidement, ceci d'autant plus que l'humidité relative de l'atmosphère dans laquelle on maintient la graine est plus faible.

Une méthode simple et peu onéreuse de conservation du pouvoir germinatif des graines destinées à la distribution locale consiste à enrober à sec chaque cabosse dans un mélange de 90 % de talc et 10 % de bénomyl (Benlate). L'immersion des cabosses fraîchement récoltées dans un bac contenant ce mélange pulvérulent permet, grâce à l'humidité superficielle du péricarpe des fruits, un enrobage complet qui assure progressivement le dessèchement sain du cortex tout en maintenant une humidité relative suffisante à l'intérieur de la cabosse. Le pouvoir germinatif des graines est ainsi préservé pour 90 % d'entre elles pendant un mois. Les cabosses peuvent alors être conditionnées par lots de cinquante ou soixante (quantité nécessaire pour planter un hectare) dans des caissettes facilement empilables à bord d'un véhicule couvert. Les fruits ainsi transportés ne subiront ni choc, ni tassement.

De nombreux facteurs écologiques interviennent pour que le cacaoyer cultivé ait une croissance régulière, une floraison et une fructification abondantes et des poussées foliaires normales et bien réparties au cours de l'année. De par la complexité de leurs interactions, il est encore aujourd'hui difficile de dissocier l'influence de chacun de ces facteurs écologiques de celle de l'ensemble des éléments qui constituent l'environnement.

7 – Écologie

7.1 - Les facteurs climatiques

Le climat, considéré comme l'ensemble des phénomènes météorologiques et des conditions ambiantes, intervient directement sur la morphologie, la croissance, la fructification et, d'une façon générale, sur la vie du cacaoyer.

7.1.1- La température

Le cacaoyer exige une température relativement élevée, avec une moyenne annuelle située entre 30-32° C au maximum et 18-21° c au minimum. La moyenne mensuelle des minima quotidiens doit en tout cas être supérieure à 15° C et le minimum absolu est de 10° C.

7.1.2 - La pluviosité

La variabilité du rendement des cacaoyers d'une année à l'autre est affectée davantage par la pluviosité que par tout autre facteur climatique. Le cacaoyer est très sensible à une déficience hydrique, tout particulièrement lorsqu'il est en concurrence avec d'autres plantes, ombrage ou adventices, ce qui est le cas le plus fréquent en plantation.

Les pluies doivent être abondantes mais aussi et surtout bien réparties tout au long de l'année.

Une pluviosité de 1 500 à 2 000 mm par an est généralement considérée comme la plus favorable à condition toutefois qu'il n'y ait pas plus de trois mois de saison sèche avec moins de 100 mm de pluie par mois.

Il existe des situations particulières où la pluviosité, nettement inférieure, implique le recours à l'irrigation.

7.1.3 - L'humidité atmosphérique

Une atmosphère chaude et humide est indispensable au cacaoyer. L'humidité relative est généralement élevée dans les régions productrices de cacao: souvent à 100 % la nuit, elle descend vers 70-80 % le jour, parfois moins en saison sèche pendant laquelle la frondaison des arbres présente un aspect caractéristique où toutes les feuilles sont pendantes.

Il est important de limiter l'effet des vents desséchants (Harmattan, par exemple en Afrique de l'Ouest) par l'emploi de brise-vent, le maintien d'arbres d'ombrage ou encore par l'adaptation d'une forte densité de plantation.

7.1.4 - La lumière et le rôle de l'ombrage

Le cacaoyer est un arbuste de sous-bois originaire de la forêt amazonienne, si bien que sa culture traditionnelle a toujours été réalisée sous ombrage: ombrage de la forêt naturelle en Afrique, ombrage artificiel procuré par des arbres à croissance rapide en Amérique, dont les espèces varient suivant les pays, avec une préférence marquée pour les légumineuses, enfin ombrage également artificiel procuré par le cocotier en Asie du Sud-Est et dans le Pacifique sud.

Il se trouve cependant que, par ses potentialités photosynthétiques et par la valeur optimale de l'éclairement qu'il peut utiliser, le cacaoyer ne peut être considéré comme une plante d'ombre typique. Par ailleurs, il peut parfaitement croître sous un ombrage très dense qui, s'il bénéficie simultanément d'une température voisine de l'optimum (32° C), n'affecte en rien ses potentialités photosynthétiques. Une telle adaptation à l'ombrage interdit de le considérer comme une plante de lumière. Et c'est ici toute l'ambiguïté du problème de l'ombrage chez le cacaoyer, objet de nombreuses controverses tant au sujet de sa nécessité que de sa nature.

Il est aujourd'hui démontré que l'ombrage constitue un facteur limitant de la production mais uniquement - et cette restriction est très importante - lorsque tous les autres facteurs de l'environnement sont favorables: températures optimales, humidité moyenne excellente, sol riche en humus avec apport d'engrais, traitements insecticides et anticryptogamiques bien mis en œuvre.

La décision de maintien ou de suppression de l'ombrage en cacaoyère adulte revient en définitive au planteur lui-même qui, en fonction de ses moyens, de la superficie de sa plantation et du temps dont il dispose, saura déterminer son aptitude à contrôler tous les facteurs favorables au bon développement de ses arbres.

Le maintien d'un ombrage permanent, en limitant les besoins, limite les risques et assure une régularité de production, même si celle-ci demeure inférieure aux rendements de plein soleil. Cet ombrage définitif doit être progressivement aménagé pour laisser passer au maximum 50 % de la lumière. Il peut être d'autant plus léger, jusqu'à laisser 75 % de la lumière totale, que les cacaoyers forment eux-mêmes un couvert plus régulier, que le sol est plus riche et mieux approvisionné en eau et que les pluies sont plus régulièrement réparties au cours de l'année.

Un ombrage provisoire est indispensable pendant les premières années de culture des jeunes cacaoyers. Cet ombrage provisoire doit être relativement dense, ne laissant passer que 50 % de la lumière totale au moins pendant deux années après la plantation. Il sera diminué progressivement au fur et à mesure du développement du cacaoyer, mais jamais avant la formation bien établie des couronnes.

7.2 - Le sol

Le sol intervient par ses caractéristiques physiques et chimiques, en étroite liaison avec les conditions de climat. En fait, le cacaoyer peut se développer sur des sols de types très variés mais, à conditions climatiques équivalentes, il est évident que les sols les plus profonds et les plus riches se révèlent très nettement plus favorables au développement et à la production de l'arbre.

7.2.1- Propriétés physiques

La profondeur du sol doit être au minimum de 1,5 m. Celle-ci doit être d'autant plus importante que la pluviosité est insuffisante ou mal répartie.

La structure du sol doit être aussi homogène que possible pour permettre une bonne pénétration des racines. La présence de pierres ou de graviers ne constitue un réel obstacle que lorsqu'ils sont en quantité excessive.

La texture du sol à cacaoyer doit répondre à deux exigences parfois contradictoires: assurer une bonne rétention en eau d'une part, une aération et un drainage corrects d'autre part. Le cacaoyer manifeste en effet une très grande sensibilité à un déficit en eau mais également à une aération insuffisante due à un excès d'eau prolongé.

La texture idéale du sol est en relation étroite avec les autres facteurs écologiques et en particulier avec la pluviosité:

- quand celle-ci est faible, les sols sableux, trop perméables, ne conviennent pas;
- quand elle est importante, une terre sableuse peut être choisie, s'il n'existe aucun risque de saison sèche sévère. Un sol très sableux peut être acceptable surtout s'il est bien pourvu en matière organique, mais une texture sablo-argileuse est toujours préférable.

7.2.2 - Propriétés chimiques

On considère que les propriétés chimiques de l'horizon superficiel du sol sont les plus importantes compte tenu, d'une part, de l'abondance des racines latérales développées à ce niveau, d'autre part, de la fonction fondamentale d'absorption des éléments minéraux attribuée à ces racines traçantes.

7.2.3 - Le pH (acidité actuelle)

Le cacaoyer peut se développer sur des sols à pH très variable, allant de la forte acidité (pH5) à la forte alcalinité (pH8). Mais la majorité des bons sols à cacaoyer sont proches de la neutralité (pH 7), le pH optimum étant faiblement acide (pH 6,5).

Dans les sols à réaction plus acide, les éléments nutritifs majeurs, notamment le phosphore (P), deviennent moins utilisables par la plante tandis que les oligo-éléments, tels le fer (Fe), le manganèse (Mn), le cuivre (Cu) et zinc (Zn) peuvent atteindre parfois des niveaux de toxicité. Les sols alcalins dont le pH est supérieur à pH 7, bien que relativement rares en milieu tropical, présentent des déficiences minérales en oligo-éléments dont les effets se révèlent plus ou moins sévères chez le cacaoyer (déficience en zinc par exemple).

7.2.4 - Teneur en matières organiques

Une haute teneur de l'horizon de surface en matière organique est essentielle pour une bonne croissance et une bonne productivité. Une teneur de 3,5 % dans les quinze premiers centimètres du sol doit être considérée comme un minimum. Cette matière organique est très généralement concentrée dans la couche superficielle du sol qui doit être préservée de toute destruction par l'utilisation d'engins mécaniques lourds, ou de toute dégradation par une insolation directe prolongée, lors de la préparation du terrain en vue de la plantation.

7.2.5 - Teneur en éléments nutritifs

Les sols à cacaoyer doivent répondre à certains équilibres anioniques et cationiques qui sont, en l'état actuel des connaissances, les suivants:

- le rapport optimal azote total/phosphore total doit être voisin de 1,5, la teneur en phosphore assimilable (méthode Olsen-Dabin) étant au moins égale à 180 ppm de P ou 0,229 0 de P₂O₅.
- les bases échangeables sont équilibrées entre elles selon 8 % de potassium (K), 68 % de calcium (Ca) et 24 % de magnésium (Mg) dans la somme des bases,
- l'équilibre optimal de ces bases échangeables avec la teneur en azote total doit suivre une régression linéaire de formule $S = 8,9 N - 6,15$,
- le taux de saturation minimum en bases échangeables doit être de plus de 60 %.

Toutes ces données, rappelons-le, concernent l'horizon superficiel du sol dans lequel se développent les racines traçantes. Cependant, des études complémentaires, portant sur les capacités d'absorption des différentes parties du système racinaire, permettraient certainement de mieux comprendre les réactions, souvent décevantes, du cacaoyer aux apports d'engrais en surface. Quelques observations sommaires, comme celles de l'action particulièrement bénéfique d'une pluviosité abondante (ou d'une irrigation) pour rentabiliser l'apport d'une fumure minérale, laissent en effet penser que les fonctions d'absorption des racines profondes, pivot et ramifications terminales, jouent un rôle non négligeable dans la nutrition minérale du cacaoyer. Ceci conforte l'intérêt d'entreprendre ou de poursuivre les recherches en physiologie chez cette plante.

IV. Matériel végétal utilisé en plantation

8 - Sélection du cacaoyer

La plupart des pays producteurs de cacao disposent de centres de recherches agronomiques dans lesquels les spécialistes évaluent et proposent le matériel végétal le plus approprié aux conditions de climat et de techniques culturales locales.

D'une manière très générale, la sélection du cacaoyer repose sur des critères de vigueur, de précocité, de productivité, de grosseur et de qualité des fèves et de comportement vis-à-vis des maladies et attaques d'insectes.

Cette sélection s'effectue suivant différentes étapes fondamentales, qui sont: l'établissement d'une collection, la sélection de clones au sein de cette collection, l'hybridation et l'évaluation des descendances inter clonales, enfin la diffusion des meilleures de ces descendances.

8.1 - La collection

La collection de cacaoyers, véritable banque de gènes pour le sélectionneur, comporte non seulement les arbres repérés dans la cacaoyère nationale et dans les stations de recherche locales ou étrangères, mais également le plus grand nombre possible d'arbres introduits à partir de différentes régions d'origine de la plante. Elle comprend ainsi des Forastero d'Amazonie (Haut-Amazoniens et Bas-Amazoniens), des Criollo d'Amérique centrale et des Trinitario du nord de l'Amérique du Sud. A ces *Theobroma cacao* L. s'ajoutent d'autres *Theobroma* d'espèces différentes, destinés aux études génétiques particulières.

8.2 - La sélection clonale

La seconde étape du programme est l'évaluation des cacaoyers de la collection. Les individus sont multipliés végétativement et constituent ainsi différents clones qui sont alors mis à l'épreuve en essais comparatifs clonaux pour leur comportement agronomique de rendement et de vigueur végétative.

Simultanément, leurs caractéristiques génétiques sont étudiées notamment en ce qui concerne le rythme et l'intensité de leurs floraisons, la grosseur et la qualité de leurs fèves et leur comportement vis-à-vis des maladies et des attaques d'insectes. Récemment, deux nouvelles caractéristiques génétiques ont été définies: le nombre moyen d'ovules par ovaire, qui représente le potentiel de production en graines par cabosse, et le point de flétrissement différentiel, qui représente le nombre minimal de graines nécessaires au maintien et au développement du fruit sur l'arbre. Enfin, en laboratoire, la recherche de marqueurs, faite par l'analyse des systèmes enzymatiques en électrophorèse, permet d'étudier la variabilité génétique de ces différentes origines.

Cette sélection clonale aboutit aujourd'hui à l'obtention de cultivars répertoriés et catalogués dont on cherchera à associer les qualités par hybridation.

Dans certains pays où les collections et populations de cacaoyers présentent une très grande hétérogénéité, à dominance de type Trinitario en particulier, la sélection clonale permet aisément de déceler les arbres les plus performants; ils sont multipliés par voie végétative, c'est-à-dire par bouturage mais surtout par greffage, et sont utilisés directement en plantation.

8.2.1- La multiplication par voie végétative

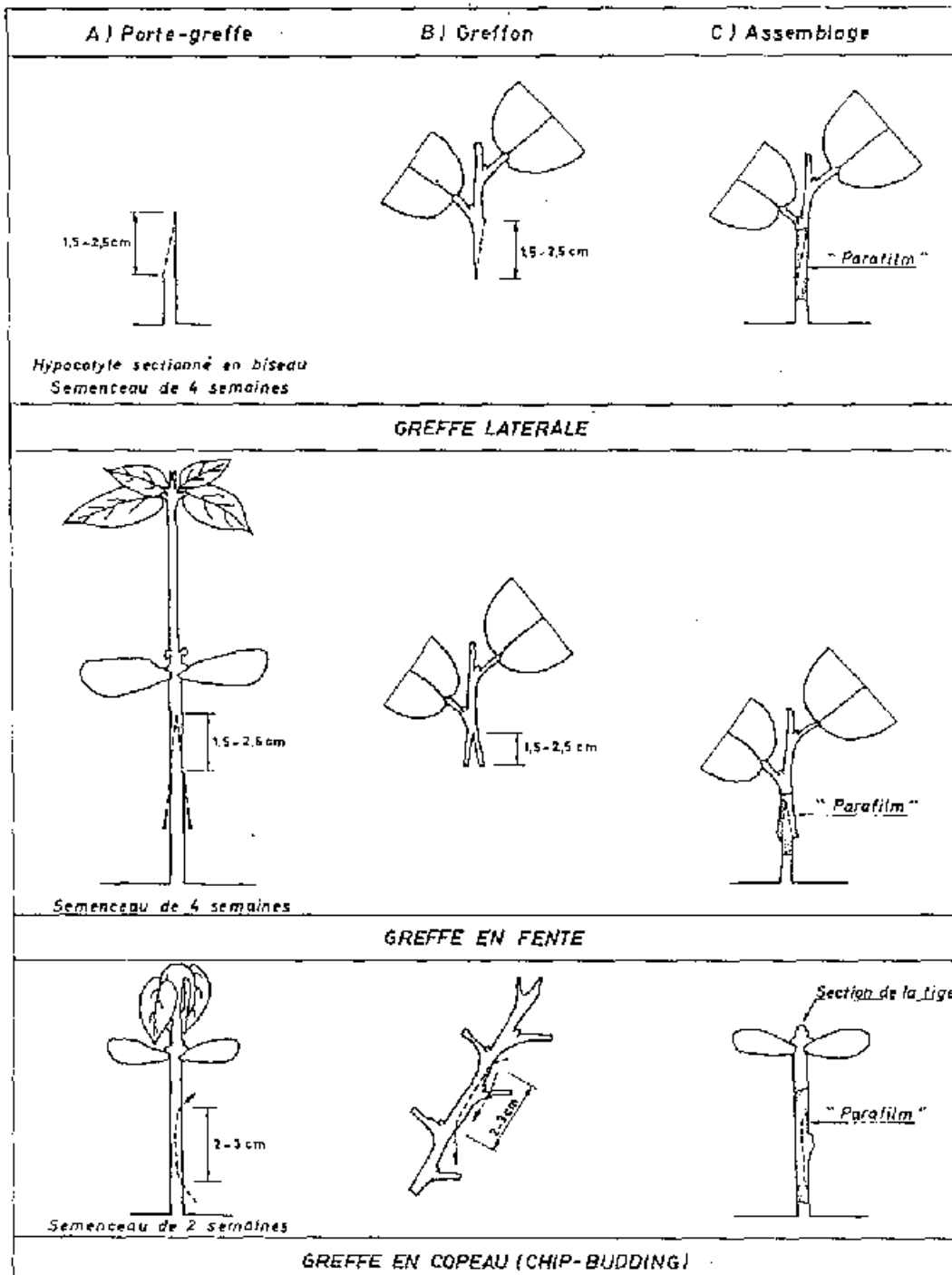


Fig. 9. - Quelques techniques de greffes pour établissement de parcelles clonales.

Le cacaoyer a en général une bonne aptitude à la propagation végétative par bouturage horticole ou par greffage. En revanche, les techniques de micro propagation par culture *in vitro* n'ont pas encore donné de résultats particulièrement probants; le cacaoyer se révèle, en ce domaine, comme une plante difficile pour laquelle de gros efforts de recherche doivent être maintenus. Les techniques *in vitro* offriraient en effet des coefficients de multiplication importants, dans des conditions de cultures aseptiques. Il serait alors possible de maintenir des micro-collections et des banques de gènes de faible encombrement et de faciliter ainsi les échanges entre pays.

Le bouturage de rameaux plagiotropes est une technique utilisée essentiellement pour l'implantation des parcelles de collection et des parcelles clonales des stations de recherche. Les boutures plagiotropes ne constituent plus aujourd'hui un matériel de plantation distribué aux planteurs. Une nouvelle technique de bouturage des axes orthotropes est actuellement à l'étude à l'IRCC et devrait être prochainement opérationnelle.

La multiplication végétative par greffes, qui n'exige pas d'investissements importants, reste par contre en faveur dans plusieurs pays d'Amérique et du Sud-Est asiatique, grâce à la présence d'une main-d'œuvre habile et rapide, qui constitue un facteur favorable pour le choix de ce mode de propagation.

8.3 - L'hybridation et la sélection d'hybrides

La création et l'évaluation d'hybrides interclonaux constituent l'étape suivante; c'est la sélection par voie générative. Le cacaoyer étant une plante hautement hétérozygote, la recherche de la meilleure association possible des caractères nécessite un grand nombre de croisements entre clones sélectionnés.

Les résultats les plus spectaculaires ont été obtenus à partir des clones Haut-Amazoniens qui, en croisement avec d'autres origines Forastero ou Trinitario, ont permis de mettre en évidence une exceptionnelle vigueur hybride manifestée dès la première génération.

Les semis issus de ces croisements fournissent des plants très précoces avec des rendements moyens comparables et souvent supérieurs à ceux des meilleurs clones utilisés jusqu'alors. Cette particularité a été exploitée dans tous les programmes d'amélioration du matériel végétal cacaoyer des pays producteurs.

Les familles obtenues ont un potentiel de production situé entre 1 et 3 tonnes de cacao marchand à l'hectare dès la quatrième année de plantation, alors que les rendements moyens des plantations adultes, issues de matériel non sélectionné, oscillent entre 250 et 500 kg à l'hectare.

Ces descendance hybrides sont actuellement l'objet d'une diffusion importante pour la création de plantations nouvelles. Le programme d'hybridation et de sélection d'hybrides se poursuit d'année en année avec les introductions de nouveaux clones dans les collections. L'élargissement de la gamme génétique disponible est en effet un souci constant du sélectionneur qui souhaite exploiter davantage encore le potentiel de cette plante, en associant, par hybridations, les caractères les plus performants.

8.4 - Diffusion des meilleures descendances hybrides

Les croisements entre les clones parents pour l'obtention des descendances hybrides sélectionnées sont réalisés à l'échelle industrielle dans des champs spécialement aménagés appelés «champs semenciers».

8.4.1- Champs semenciers à pollinisation libre

Le principe de tels champs semenciers s'appuie sur l'auto-incompatibilité du clone sélectionné utilisé comme parent femelle, le plus souvent un Haut-Amazonien, et consiste à disposer dans une même parcelle les boutures des deux clones parents. Les cabosses, issues de pollinisation libre, sont ensuite prélevées sur le parent femelle dont les graines, du fait de l'auto-incompatibilité de l'arbre, ne peuvent en principe provenir que d'une hybridation.

L'implantation et l'entretien d'un champ semencier répondent aux mêmes exigences agronomiques et sanitaires que celles d'une plantation classique de cacaoyers.

8.4.2 - Champs semenciers à pollinisation manuelle

La production de semences d'hybrides est aujourd'hui réalisée le plus souvent par pollinisations contrôlées, à la main, entre les deux clones parents qui sont alors implantés en parcelles distinctes. On dispose alors de plusieurs clones femelles et de différents clones mâles bien séparés. Un tel dispositif offre de nombreuses possibilités de croisements contrôlés et donc une grande souplesse dans le choix des combinaisons à réaliser au fur et à mesure des progrès de la sélection.

9 - Le transfert inter-états du matériel végétal

Du fait de la localisation de plusieurs maladies particulièrement sévères dans des zones géographiques encore aujourd'hui bien identifiées, telles la maladie du «balai de sorcière» (*Crinipellis pernicioso*) sur le continent américain, ou celle du «swollen shoot» (virus) sur le continent africain, des précautions obligatoires doivent être prises pour toute opération de transfert de matériel végétal d'un pays à un autre, d'un continent à un autre ou même d'une région à une autre région d'un même pays.

Ces transferts doivent toujours être réalisés sous le contrôle ou avec le concours des stations de recherche et des organismes habilités.

Les recommandations officielles du Bureau international pour les ressources génétiques végétales (I.B.P.G.R.) sont les suivantes:

1. Les transports internationaux de cabosses ou de plants racinés sont déconseillés.
2. Chaque fois que cela sera possible, les transferts de matériel devront être réalisés sous forme de graines qui auront été préparées selon la procédure suivante:
 - Récolter des cabosses d'apparence saine.
 - Ouvrir les cabosses et rejeter immédiatement les cabosses contenant des graines douteuses.

- Démucilaginer les graines et rejeter toutes les graines anormales ou germées.
- Assécher la surface des graines et les traiter avec les produits fongicides et insecticides appropriés aux doses recommandées par le fabricant.
- Emballer dans un substrat convenable, tel la sciure de bois stérilisée. L'emballage doit être lui-même stérilisé et traité extérieurement par un insecticide de contact. Le colis doit être transporté par un moyen couvert, protégé du vent et propre.
- Dès leur arrivée dans le pays de destination, les graines doivent être soumises à une quarantaine stricte - post entry quarantaine - pour une durée minimale de trois poussées foliaires après la germination.

Une méthode simple et économique a été mise au point à l'IRCC qui consiste à démucilaginer les graines à l'aide d'enzymes. Cette opération peut être réalisée sur de grandes quantités de graines fraîches à l'aide d'un brasseur à tambour rotatif. Les graines sont ensuite rincées et égouttées, puis brassées dans un mélange pulvérulent de chaux éteinte, de charbon de bois et de fongicides. Elles sont enfin légèrement ressuyées et conditionnées par lots de 850 à 1000 graines dans des emballages isothermes et étanches. Cette méthode permet le maintien du pouvoir germinatif pour 85 % des graines ainsi conditionnées, pendant dix à quinze jours de voyage et de stockage.

Le transfert de matériel végétatif, quel qu'il soit, ne peut être effectué directement vers le pays destinataire; il doit obligatoirement séjourner, en quarantaine intermédiaire, en pays non producteur.

La procédure est la suivante:

- Les baguettes de bois de greffe doivent être prélevées sur des arbres sains puis nettoyées à l'eau savonneuse. Elles seront ensuite plongées dans une solution de produits fongicides et insecticides appropriés et utilisés aux doses recommandées par le fabricant.
- Les extrémités de chaque baguette seront paraffinées pour éviter une dessiccation rapide.
- Chaque baguette sera étiquetée de telle sorte qu'aucune confusion n'intervienne à l'arrivée quant à la lecture des étiquettes et à l'origine de la baguette. Les baguettes d'une même origine seront emballées ensemble.
- Dès leur réception en quarantaine intermédiaire, et après prélèvement de leurs bourgeons pour la réalisation des greffes, les baguettes seront incinérées.
- Le matériel greffé sera soumis à une stricte observation pendant au moins trois poussées foliaires.
- Le matériel, provenant de pays où des maladies à virus sont connues, devra être soumis aux tests d'indexation pour ces virus.
- Le matériel transféré de la quarantaine intermédiaire au pays de destination sera placé, dès son arrivée, en quarantaine d'accueil post entry quarantaine - pendant au moins trois poussées foliaires.

On peut recommander de ne pas ôter les feuilles des baguettes prélevées. En effet, les bourgeons axillaires de ces feuilles seront parfaitement préservés pour être greffés si l'on maintient le pétiole et les deux tiers du limbe. Celui-ci est alors traité par pulvérisation d'une solution anti-transpirante, telle le Folicote à 5 % par exemple. Par ailleurs, la préservation de

ce matériel tout au long du transport sera meilleure si l'on prend soin d'envelopper chaque baguette à l'aide de «parafilm» ou, à défaut, dans du papier journal humide.

4 - Les emballages de graines ou de baguettes de bois de greffe doivent être capables d'empêcher toute évaporation d'insecte éventuel. Ils doivent être traités par un insecticide et toutes les précautions seront prises pour éviter le contact ou l'inhalation des produits chimiques appliqués. Les emballages seront détruits après usage.

10 - La production des semenceaux: La pépinière

La pépinière est le lieu où l'on fait germer les graines dès leur réception et où l'on élève les jeunes plants pendant cinq à sept mois, parfois davantage, en vue de leur plantation en champ. C'est, pour le planteur, un lieu privilégié dont dépendra pour une très grande part la réussite ou l'échec de la future plantation.

Les avantages que présente le semis en pépinière rapport au semis direct en champ sont nombreux:

Avantages de la pépinière	Inconvénients du semis direct
Gain de temps: durant l'élevage en pépinière, on peut préparer le terrain de la plantation.	Perte de semences très importante.
Protection et surveillance sanitaire des jeunes plants.	Nombreuses attaques incontrôlables (chenilles, rongeurs, mammifères...) et destruction fréquente des jeunes plants lors des nettoyages de la parcelle.
Arrosage garanti.	Besoins en eau soumis aux aléas climatiques.
Sélection des plants au moment de la plantation et reprise assurée en plantation.	Pas de sélection des plants et développement beaucoup plus lent de la plantation.
Choix de la période de plantation la plus propice.	

10.1 - Emplacement de la pépinière

La pépinière doit être établie sur un sol plat ou très légèrement en pente, bien drainé et non inondable, à proximité d'un point d'eau permanent, le plus près possible d'un chemin carrossable et, de toute façon, le plus près possible du lieu de plantation. On s'assurera de la présence de bonne terre disponible en quantité suffisante à proximité. Enfin, dans les régions où les vents peuvent être puissants (tornades...) on évitera d'installer la pépinière trop près des lisières de forêt.

10.2 - Aménagement

L'emplacement choisi doit être dégagé de toute végétation, le sol sera bien nettoyé et, si nécessaire, des fossés de drainage seront creusés dans le sens de la plus grande pente. Une charpente de piquets, en bois ou en bambou, de 3 m de hauteur, sera construite afin de supporter à quelque 2,5 m du sol un ombrage laissant passer environ 50 % de la luminosité totale. Un tel ombrage peut être aisément obtenu à l'aide de palmes. Celles-ci se dessècheront

lentement et permettront le passage progressif de toute la luminosité extérieure, ce qui acclimatera et durcira les jeunes semenceaux avant leur plantation en champ. Dans plusieurs pays, l'ombrage de la pépinière est assuré par différentes plantes permanentes comme l'hévéa, le palmier à huile ou le *Gliricidia*. Une protection latérale est souvent indispensable pour compléter l'ombrage si l'endroit est très dégagé et pour éviter les éventuelles déprédations dues aux animaux.

Il faut prévoir une surface de 80 m² de pépinière pour les semis nécessaires à la plantation d'un hectare.

10.3 - Préparation des pots de germination

Les pots le plus souvent utilisés sont des sachets en matière plastique (polyéthylène) perforés, pour le drainage, dans leur moitié inférieure. De 25 cm de hauteur, ils sont fabriqués dans de la gaine noire de 12 cm de diamètre et de 35 ¼ d'épaisseur. Les sachets sont remplis de terre humifère tamisée, éventuellement enrichie en terre argileuse (20 à 30 %) si la terre est trop sableuse ou, au contraire, allégée avec du sable de rivière si la terre est trop lourde. On veillera, tout au long du développement du jeune semenceau, au maintien du niveau de terre toujours au ras-bord du sachet, afin que le plastique ne se rabatte vers l'intérieur du pot, rendant ainsi l'arrosage inefficace.

10.4 - Disposition des planches

Les sachets sont disposés en planches de 1,20 m de large, comportant dix sachets de front, en séries de doubles rangées séparées les unes des autres par un espace de 20 cm.

Les planches ainsi constituées sont espacées par des allées de 60 cm de large, permettant une circulation aisée avec appareillage de traitement ou brouette.

10.5 - Préparation des semences

Les graines doivent être semées dans les plus brefs délais et au plus tard deux jours après la récolte des cabosses car leur pouvoir germinatif diminue rapidement. Après leur extraction de la cabosse, les graines sont démuçilaginées par lavage à grande eau puis par frottement dans du sable fin. Cette manipulation, qui peut paraître longue et fastidieuse, évite de nombreux problèmes de contamination sur le substrat sucré et acidulé que constitue le mucilage. Les graines prêtes à semer doivent être normalement constituées: les graines plates, les graines trop petites et les graines germées sont éliminées.

10.6 - Le semis

Chaque graine est semée dans un sachet dont la terre aura été copieusement arrosée la veille. La graine est posée à plat, à la surface du sachet et en son milieu, puis enfoncée à un centimètre de profondeur et recouverte de terre. Un nouvel arrosage est effectué immédiatement après le semis: arrosage qui peut contenir un herbicide de pré-émergence à base de Diuron par exemple (15 g de produit commercial à 80 % dans 100 l d'eau pour 2 500 sachets).

10.7 - L'entretien des jeunes plants

La levée a lieu six à huit jours après le semis. On effectuera des arrosages réguliers, au moins une fois par jour, en fin de journée, en utilisant de préférence un arrosoir (15 l d'eau pour 3 m² de planche environ). Cet arrosage peut être espacé tous les deux jours lorsque la levée est bien établie, c'est-à-dire environ quinze jours après le semis, ou lorsque des pluies interviennent. La terre des sachets doit être constamment humide.

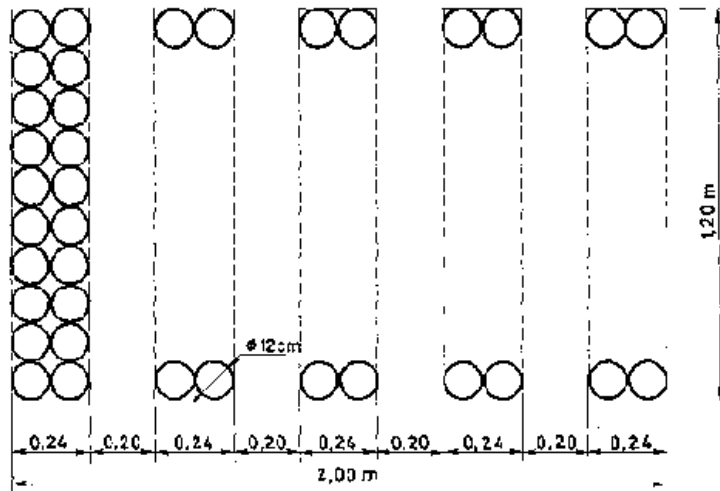


Fig. 10. - Disposition des sachets de terre pour les semis en pépinière.

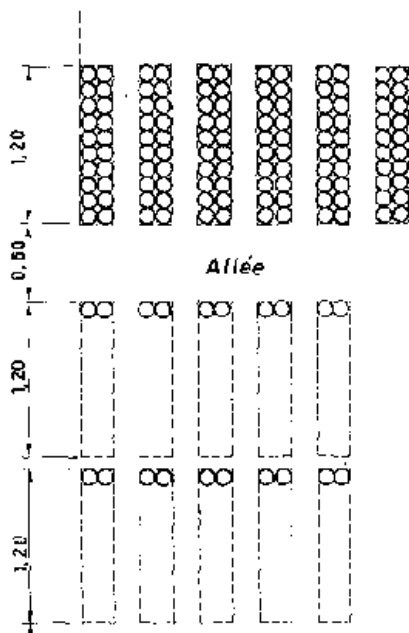


Fig. 10. - Disposition des sachets de terre pour les semis en pépinière.

Outre l'arrosage, il convient également de procéder au désherbage régulier, de lutter contre les insectes déprédateurs et contre les maladies dont les plus préjudiciables sont:

les chenilles défoliatrices (*Earias* ou *Anomis*). Traitées par pulvérisation sur tout le feuillage d'une solution d'acéphate (Orthène 50 WP: 50 g de produit commercial pour 10 l d'eau).

- les insectes piqueurs-suceurs tels que les psylles (*Tyora tessmanni*). Traités tous les deux mois par une solution d'acéphate (Orthène 50 WP: 50 g de produit commercial pour 10l d'eau).
- la fonte des semis due au *Phytophthora* (nécrose à partir du sommet puis aspect de brûlure générale), traitée par pulvérisation de métalaxyl (Ridomil «25» à 200 g/hl par exemple), ou celle due au *Rhizoctonia* (nécrose à partir de la base du plant au niveau du collet), traitée par un fongicide du sol à base de benodanil ou d'oxyquinoléine.

Par ailleurs, les escargots doivent être éliminés par épandage de produits molluscicides autour des planches. De même les rongeurs et autres animaux doivent être repoussés par une clôture, en bois ou en treillis métallique à mailles fines, enfoncées partiellement dans le sol.

Enfin, il convient, au moins un mois avant la plantation en champ, d'accoutumer les plants, par suppression progressive de l'ombrage de la pépinière, à un éclairage plus intense.

V. Mise en place d'une cacaoyère

11 - Choix du terrain

Il importe tout d'abord de disposer des informations pluviométriques qui permettront de préciser les caractéristiques physiques du sol utilisable pour le cacaoyer. Si la pluviosité est trop faible (1300-1500 mm par an) on évitera les sols sableux ou trop perméables. Au contraire, si la pluviosité est importante (2 000 mm), une terre sableuse peut être choisie s'il n'existe aucun risque de saison sèche prolongée, mais une texture sablo-argileuse est toujours préférable.

Le terrain retenu doit être d'accès facile et le plus près possible de l'habitation du planteur. Sa pente ne dépassera pas 10 % afin de faciliter les déplacements d'entretien et de récolte.

On évitera les sommets de collines souvent décapés, ainsi que les bas-fonds qui peuvent être trop argileux ou au contraire trop sableux (inondation ou faible rétention en eau).

On choisira un terrain de forêt à sol profond, argilo-sableux et aussi riche que possible en éléments minéraux. La profondeur minimale acceptable est de 1,5 m avec une couche humifère d'au moins quinze centimètres d'épaisseur. La nappe d'eau, temporaire ou permanente, doit être à plus de 1,5 m de profondeur.

La profondeur et la texture du sol doivent être vérifiées visuellement; il est recommandé, à cet effet, de creuser au moins quatre fosses de 1 m³ pour chaque hectare de terrain prospecte.



Ph. 4. - Belle cacaoyère adulte en production (CL G. Mossu).

Enfin, une observation soignée des lieux permettra d'écarter les terrains propices au développement des pourridiés. Il conviendra de se renseigner sur les éventuels antécédents culturels et d'examiner les arbres morts ou dépérissants: une entaille à la machette à leur base permettra de révéler l'existence de pourridiés sous forme de lames blanches à forte odeur de champignon, sous l'écorce et à l'intérieur du bois.

12 - Préparation du terrain

Le planteur doit savoir que la préparation du terrain pour l'implantation d'une cacaoyère est une opération qui demande beaucoup de temps. Une préparation bien menée sera bénéfique pour le développement des cacaoyers et le temps consacré à cette opération n'en sera que plus rapidement rentabilisé. Une préparation conduite avec précipitation apporte au contraire, tôt ou tard, de multiples déboires souvent difficiles et toujours onéreux à rattraper.

Le terrain doit être préparé au moins un an avant la plantation des cacaoyers.

L'opération doit aboutir à un terrain dégagé, sur lequel un ombrage a été aménagé, prêt à abriter les jeunes plants au sortir de la pépinière.

La méthode qui permettra d'assurer les conditions les plus favorables au développement ultérieur de la plantation est celle de l'ombrage reconstitué après abattage total de la forêt, même si cette méthode est plus onéreuse et plus longue que le simple aménagement d'un sous-bois.

Les opérations suivantes seront successivement effectuées:

12.1 - Débroussaillage complet du sous-bois

A effectuer en saison sèche, cette opération permettra d'accéder à l'ensemble du terrain où il sera alors possible, en fonction de la topographie, de baliser les pistes de visite et de maintenance et, si le climat l'exige, de tracer le réseau des canaux de drainage ou d'irrigation. Une piste de visite carrossable est à prévoir tous les cinquante mètres.

12.2 - Abattage de la forêt

L'abattage de la forêt doit également être effectué pendant la saison sèche. Les arbres abattus sont tronçonnés en éléments faciles à manipuler. Les morceaux de troncs et de branches sont ensuite entassés en andains avec toute la végétation provenant du défrichage. L'andainage doit être réalisé à la main ou au treuil. L'utilisation d'engins mécaniques (tracteurs, bulldozers...) pour l'abattage et l'andainage est possible sur les sols profonds (sols alluviaux par exemple); elle ne l'est plus sur les sols n'ayant qu'une couche superficielle d'humus.

12.3 - Extraction des souches

Il faut éliminer le plus grand nombre de souches et racines des arbres qui, si elles sont maintenues, deviendront autant de foyers potentiels pour les pourridiés et autant d'abris pour les rongeurs et autres déprédateurs. De plus, les souches constituent des obstacles toujours encombrants pour l'exploitation de la plantation. L'extraction des souches des gros arbres doit

se faire par tronçonnage et dégagement progressif des racines en évitant le bouleversement du sol. C'est une opération longue qui ne peut être réalisée mécaniquement que si le sol est suffisamment profond. Dans ce cas, les petits arbres et arbustes seront arrachés, de préférence par soulèvement plutôt que par poussée.

12.4 - Piquetage sommaire

Un piquetage sommaire tenant compte de l'orientation et de l'écartement des futures lignes de plantation doit être fait, soit pour l'andainage après abattage de la forêt, soit pour la plantation de l'ombrage temporaire ou définitif.

12.5 - Brûlis des andains

L'efficacité du feu sera optimale en saison sèche. Cette pratique du brûlis doit être limitée aux seuls andains, l'objectif étant essentiellement de dégager au maximum le terrain sans avoir à attendre la décomposition naturelle du bois coupé, parfois très longue (plus de vingt ans pour certains bois durs).

12.6 - Établissement de l'ombrage temporaire obligatoire

Cette opération doit suivre de très près le brûlis des andains afin que le sol découvert ne se dégrade par exposition directe au soleil, pluies ou végétation adventice.

L'ombrage temporaire est le plus souvent assuré par des plantes vivrières qui permettent de fournir un premier revenu du terrain aménagé pour la plantation. La plus utilisée de ces cultures est celle du bananier et plus particulièrement du bananier plantain. Les bananiers plantains sont plantés aux mêmes écartements que les cacaoyers; ils fournissent un ombrage satisfaisant six à neuf mois après leur plantation.

D'autres plantes vivrières sont utilisées comme le taro (*Xanthosoma* spp. et *Colocasia* spp.) en particulier en Afrique de l'Ouest, le pois d'Angole (*Cajanus cajan*), la papaye (*Carica papaya*), le manioc (*Manihot esculenta*) ou le ricin (*Ricinus communis*). Des arbres à croissance rapide tels le *Gliricidia* ou certaines érythrina (*Erythrina lithosperma* notamment) sont utilisés dans plusieurs pays comme ombrage temporaire.

L'ombrage temporaire, outre son rôle fondamental de protection des jeunes cacaoyers contre l'exposition directe à la lumière, joue un rôle de brise-vent. Les arbres qui le constituent peuvent ainsi être parfois implantés en haies coupe-vent.

12.7 - Protection du sol par plantes de couverture ou plantes vivrières

Les plantes de couverture du sol, semées immédiatement après le brûlis, peuvent être soit érigées, telles le *Flemingia macrophyla* qui constitue de belles haies interlignes et qui fournit, après rabattage, un mulch idéal pour le sol, soit rampantes comme *Crotalaria* spp. ou *Centrosema pubescens*. Ces dernières nécessitent un contrôle par fauchage régulier. D'une manière générale, l'établissement et le contrôle corrects des plantes de couverture est une pratique relativement difficile et onéreuse.

Toutefois, aux tous premiers stades d'aménagement de la plantation, il est possible d'utiliser les bandes intercalaires pour y cultiver diverses plantes vivrières: riz, arachide, niébé, gombo ou maïs.

12.8 - Établissement de l'ombrage définitif

12.8.1- Ombrage définitif par aménagement de la forêt

Il s'agit de l'ombrage destiné à constituer le couvert de la plantation adulte. Il est recommandé si toutes les garanties de maintenance ne peuvent être assurées par le planteur. L'ombrage définitif est, en Afrique, généralement constitué par des essences maintenues lors de l'aménagement de la forêt. Il convient alors de sélectionner les arbres à cet effet car bon nombre d'entre eux sont connus pour l'influence défavorable qu'ils exercent sur le développement des cacaoyers. C'est le cas, par exemple, de *Piptadeniastrum africanum*, de *Pentaclethra macrophylla* et de tous les types de colatiers (*Cola* spp.).

De même, tous les arbres reconnus comme hôtes d'insectes ou de maladies susceptibles de s'attaquer au cacaoyer doivent être éliminés; il en est ainsi pour toutes les Sterculiacées et toutes les Bombacées (Fromager, par exemple).

12.8.2 - Ombrage définitif spécialement planté

Dans la plupart des pays producteurs d'Amérique, d'Asie ou d'Océanie, l'ombrage définitif est assuré par des arbres spécialement plantés, dont les plus courants sont *Leucaena leucophylla*, *Gliricidia sepium*, différentes érythrines ou encore des albizias. Enfin, d'autres cultures industrielles sont souvent utilisées comme ombrage définitif pour le cacaoyer, et notamment:

12.8.2.1- Le cocotier

La plantation intercalaire de cacaoyer sous cocotier est une pratique couramment suivie en Asie du Sud-Est. Elle s'étend partout où les cocoteraies offrent un sol propice à la culture du cacaoyer, tels les sols volcaniques du Vanuatu, les sols argileux de Malaisie ou les sols alluviaux de l'île de Mindanao aux Philippines. Plusieurs dispositifs d'implantation des cacaoyers sous cocotiers sont adoptés selon les pays. Les cocotiers étant assez généralement espacés de 9 m en triangle, l'un des dispositifs les plus simples consiste à planter les cacaoyers à 3 m en triangle. Il est commode, pour les visites d'entretien et de récolte des deux cultures, de maintenir libre un interligne de cocotiers sur trois



Ph. 5. - Cacaoyers sous cocotiers. (Cl. G. Mossu).

Une cocoteriaie en bon état offre d'excellentes conditions | ambiantes pour la culture intercalaire du cacaoyer.

12.8.2.2 - Autres cultures industrielles

Il y a eu plusieurs essais de plantation de cacaoyers sous hévéa, sous palmier à huile, sous aréquier (*Areca catechu*) ou encore sous muscadier. Toutes ces plantes, lorsqu'elles sont disposées selon leur densité normale, procurent trop d'ombrage pour les cacaoyers, qui se développent végétativement mais demeurent très peu productifs.

12.8.2.3 - Cas particulier des anciennes cacaoyères Régénération des cacaoyères

La replantation de jeunes cacaoyers sous cacaoyère adulte a fait l'objet de nombreuses tentatives plus ou moins couronnées de succès. Avant toute chose, il est nécessaire de rechercher les causes de la décrépitude des plantations que l'on envisage de remplacer. Il faut s'assurer, en particulier, que de simples techniques agronomiques ne suffisent pas à la restauration. Si l'on envisage de procéder à la replantation, la nature du couvert doit permettre de choisir la méthode à adopter.

Si l'ombrage définitif de la plantation est correct et peut être conservé, on peut procéder à la plantation des jeunes cacaoyers dans les interlignes de l'ancienne plantation en prenant toutefois la précaution de sectionner complètement, tout autour des jeunes plants, les racines traçantes des anciens. Là où existent des trous de lumière, des bananiers peuvent permettre de compléter l'ombrage. Lorsque les arbres de la jeune plantation se développent, les anciens cacaoyers, dont on a continué jusque-là à exploiter le revenu, sont progressivement supprimés.

Si l'ombrage définitif de l'ancienne plantation est inexistant ou aussi médiocre que la plantation elle-même, on aura souvent avantage à tout abattre, avec extraction des souches, et à replanter, après reconstitution d'un ombrage provisoire correct à l'aide de bananiers plantains par exemple.

Les principales méthodes de régénération de cacaoyères sont les suivantes:

Replantation totale: après abattage total, plantation nouvelle sous ombrage temporaire. C'est une technique onéreuse mais généralement rentable pour de petites surfaces.

Replantation partielle: une partie de la cacaoyère est remplacée chaque année par blocs ou par bandes. Ceci permet le maintien d'un revenu pendant la régénération.

Replantation sélective: remplacement arbre par arbre. Cette méthode est peu efficace; les jeunes plants disséminés dans la plantation sont exposés aux maladies et aux ravageurs présents sur les vieux arbres.

Replantation entre les vieux cacaoyers: l'ombrage temporaire est assuré par les vieux cacaoyers et il y a maintien d'un revenu pendant la régénération, mais attention aux problèmes sanitaires souvent rédhibitoires.

Régénération par rejet: cette méthode consiste à sélectionner un rejet vigoureux parmi toutes les repousses apparues à la souche de l'ancien cacaoyer. Celui-ci peut être recépé totalement dès le début de l'opération, ce qui favorise l'apparition des rejets, ou, au plus tard après la formation de la couronne du rejet sélectionné. Dans ce cas, l'ombrage temporaire est assuré par le pied mère.

- Régénération par greffe sur rejet: après recépage des vieux cacaoyers, on procède, sur l'un des rejets apparus, à la greffe d'un bourgeon prélevé sur du matériel amélioré. Méthode à haut risque, qui ne peut être réalisée que dans les pays à main-d'œuvre habile. La greffe peut être également réalisée, non pas sur un rejet, mais directement sur le tronc du cacaoyer à remplacer; dans ce cas, on ne procède au recépage de l'arbre qu'après la reprise et le développement du greffon.

13 - Plantation

La plantation proprement dite d'un cacaoyer est une opération simple. Il convient tout de même de rappeler que l'exploitation d'une cacaoyère doit s'étaler au minimum sur vingt-cinq ans et qu'il est par ailleurs souvent très difficile, tant au point de vue technique qu'au point de vue économique, de reconstituer, après plusieurs années, une plantation mal établie. L'investissement à long terme que représente une plantation implique donc une attention toute particulière aux différentes étapes de cette opération.

13.1 - Dispositif et densité de plantation

Plusieurs dispositifs de plantation peuvent être adoptés: en carré, en quinconce, en triangle équilatéral, en triangle isocèle, etc., mais le plus simple, et le plus général aussi, est le dispositif en lignes équidistantes qui facilite grandement les opérations d'entretien, de contrôle et de traitements phytosanitaires.

La densité de plantation dépend de différents facteurs et notamment de la vigueur des arbres, de la nature du matériel utilisé, des conditions d'ombrage, de sol et de climat. La densité adoptée sera d'autant plus élevée que les conditions de milieu s'éloigneront de l'optimum défini plus haut (cf. chapitre 7); par exemple, plus l'éclairement est intense, plus on a intérêt à resserrer les cacaoyers.

L'origine génétique des cacaoyers doit être prise en considération: les cacaoyers du groupe Forastero Bas-Amazonien (Amelonado par exemple), accusant une croissance plus lente caractérisée par la formation tardive de leur couronne, peuvent être plus serrés que les Forastero Haut-Amazoniens ou que les cacaoyers hybrides, plus précoces.

D'une manière générale, on peut, sans risque, adopter les principes suivants:

- un écartement de 3 m x 2 m (1666 arbres/ha) est le plus favorable en zone où la pluviosité ne dépasse pas 1500 mm d'eau par an;
- un écartement de 3 m x 3,5 m (952 arbres/ha) convient bien dans les zones plus arrosées, sur de bons sols ou sur des sols désaturés recevant régulièrement des engrais;
- une forte densité (1 600 à 2 000 arbres/ha) sera adoptée de préférence sur les sols très désaturés, si l'on n'apporte pas de fumure minérale;
- il existe toutefois, pour des conditions particulières d'environnement, de maintenance et d'entretien, dans certains pays (Malaisie, par ex.), des dispositifs à très forte densité: 5 000 arbres/ha ou plus, le plus souvent établis en lignes jumelées à 1 m x 1 m avec espace de 3 m entre les couples.



Ph. 6. - Technique originale de plantation: dispositif à très forte densité en lignes jumelées. (Cl. G. Mossu).

13.2 - Piquetage - trouaison

Lorsque le terrain et l'ombrage sont correctement aménagés, on peut procéder au piquetage définitif selon le dispositif et la densité choisis.

Cette opération de piquetage est généralement immédiatement suivie de la trouaison. Celle-ci consiste à creuser un trou de 40 cm au cube à l'emplacement de chaque piquet. C'est une opération très souvent négligée, voire complètement supprimée, du fait du prétendu gaspillage de temps et de main-d'œuvre nécessaire à sa bonne réalisation. Sauf en conditions exceptionnelles de sols, où un simple trou aux dimensions du pot de plantation peut être effectué au moment de la mise en place des plants, la trouaison est en fait une opération très

importante qui favorise la reprise des plants. Elle ameublir le sol, favorise l'humidité et permet de retirer les débris de racines, causes possibles de pourridiés, ainsi que les concrétions et cailloux préjudiciables au développement du système racinaire.

Les trous, dont les parois ne doivent pas sécher au contact prolongé de l'air, sont rebouchés immédiatement avec de la terre de surface. Celle-ci constituera un excellent substrat pour les premiers stades de croissance des racines. Sauf s'il s'agit d'amendements calcaires ou dolomitiques, il n'est pas conseillé de mélanger des engrais à la terre de rebouchage des trous. Par contre, les apports de fumier ou de compost bien décomposé peuvent être bénéfiques dans les sols érodés ou pauvres en matière organique.

Sur un terrain correctement essouché, la trouaison peut être remplacée par le passage d'un soc sous-soleur dans la ligne de plantation, suivi d'un pulvérisateur à disques pour égaliser les billons. La pratique du sous-solage est déconseillée pour les sols lourds et argileux.

L'opération de trouaison est suivie de l'application d'un herbicide total dans les lignes de plantation. Les meilleures formules sont à base de glyphosate (Roundup à 360 g/l de glyphosate: 4 litres de produit commercial par hectare), ou de paraquat (Gramoxone à 200 g/l de paraquat: 1,5 litre de produit commercial par hectare). Ces herbicides sont dilués dans 300 litres d'eau par hectare, ce qui équivaut à l'utilisation d'un pulvérisateur de 10 litres pour une ligne de 100 mètres.

13.3 - Mise en place des jeunes plants

La plantation doit avoir lieu dès que la saison des pluies est bien établie et le plus longtemps possible avant la saison sèche suivante. La veille de la plantation, les semenceaux les plus vigoureux, dont toutes les feuilles sont bien vertes, sont sélectionnés en pépinière; les plants chétifs, tordus ou filés, ainsi que les semenceaux en cours de poussée foliaire, sont maintenus en pépinière. Les plants retenus sont copieusement arrosés, transportés sur le terrain et déposés dans un endroit frais et ombragé. La plantation doit avoir lieu dès les premières heures de la matinée ou, à la rigueur, en fin d'après-midi, mais jamais pendant les heures chaudes de la journée. Pour chaque plant, la succession des opérations de plantation est la suivante:

ouvrir le trou de plantation aux dimensions du pot et à l'emplacement du piquet;

sectionner le fond du pot (plastique et terre) à environ 2 cm de la base. Le pivot, souvent enroulé à ce niveau, est donc ainsi sectionné; il repoussera verticalement dans le sol par croissance d'un nouvel apex orthotrope;

fendre le plastique du pot, de haut en bas;

placer l'ensemble dans le trou, ôter le plastique et veiller à ce que le collet du jeune plant soit maintenu au niveau du sol;

ramener progressivement de la terre autour de la motte et tasser au fur et à mesure du rebouchage. Un tassement insuffisant se traduit toujours plus tard par un pourcentage important de pieds morts;

disposer tout autour du cacaoyer, mais sans contact avec le collet, un paillis protecteur constitué de feuilles et de brindilles;

aménager un abri, constitué de palmes par exemple, pour donner un ombrage supplémentaire et une protection minimale (vents, insectes) aux jeunes cacaoyers pendant la reprise (environ deux mois).

En condition de pluviosité normale, le pourcentage global des pertes à la reprise est, pour une plantation bien conduite, de 3 à 5 %. Les plants manquants seront remplacés, en saison des pluies suivante, en utilisant les cacaoyers conservés en pépinière.

Il est toutefois possible de prolonger la tenue des semenceaux en pépinière en recépant, à cinq ou six mois, leur tronc à 30 cm du sol et en sectionnant, simultanément, toutes les racines développées eh dehors du pot. Cette méthode permet de conserver les plants pendant une année supplémentaire et ne présente aucun inconvénient à la reprise des cacaoyers en champ.

14 - Entretien de la plantation

L'entretien de la plantation ne présente pas de difficulté technique particulière. Une attention soutenue de la part du planteur est cependant recommandée, tout particulièrement au cours des premières années de développement des jeunes plants. Cet entretien implique également une gestion rationnelle du temps et des moyens: le calendrier du planteur devra tenir compte des opérations quasi permanentes qui peuvent être établies en rotation, telles le réglage de l'ombrage, le désherbage, l'égourmandage, mais également des opérations ponctuelles et obligatoires pour lesquelles toutes les disponibilités en main-d'œuvre peuvent être utilisées. C'est le cas des traitements phytosanitaires et de la récolte par exemple.

Les principales opérations d'entretien sont les suivantes:

14.1 - Réglage de l'ombrage

Le réglage de l'ombrage constitue sans aucun doute l'un des travaux d'entretien les plus importants d'une jeune plantation.

Au cours de la première année, un ombrage dense, laissant passer 50 % de la lumière totale, est nécessaire. Cette situation, nous l'avons vu, peut être obtenue par un ombrage de tête planté ou aménagé, souvent complété par des haies vives intercalaires provenant d'un recrû naturel ou de plantes de couverture érigées et semées. Ces haies intercalaires seront régulièrement contrôlées en épaisseur et peu à peu éliminées.

L'ombrage provisoire doit être ensuite progressivement réduit pour laisser 50 à 75 % de la lumière totale (éventuellement 100 % si l'on estime pouvoir conduire la plantation sans ombrage). Cette réduction (ou élimination) progressive de l'ombrage ne doit intervenir que lorsque les cacaoyers atteignent leur plein développement et que leurs frondaisons se rejoignent pour former un couvert continu.

14.2 - Entretien du sol

L'entretien du sol consiste essentiellement à éliminer la végétation adventice par fauchage ou par l'emploi d'herbicides. Ces derniers sont d'une grande efficacité dans les jeunes plantations; il convient cependant d'appliquer l'alternance des produits utilisés suivant leur mode d'action (contact ou translocation). Les herbicides les plus utilisés sont le paraquat (Gramoxone) à la dose de 1,5 l de produit commercial à 200 g/l de paraquat dans 300 litres d'eau par hectare, et le glyphosate (Roundup) à raison de 31 de produit commercial auquel on ajoute 10 kg de sulfate d'ammoniaque dans 300 l d'eau par hectare.

Certaines dycotylédones résistantes doivent être traitées spécialement par un désherbant sélectif à base d'hormone tel que le 2,4-D à la dose de 750 g d'équivalent acide par hectolitre.

Cependant, en bordure de champ, sur les pistes de visite et s'ils existent malgré tout, dans les trous de lumière, le paraquat, le glyphosate ou des associations à base d'amétryne et de simazine sont tout à fait efficaces.

La colonisation des couches superficielles par les racines traçantes interdit le travail du sol par labour ou, plus simplement, par sarclage quel que soit l'âge de la plantation. Ceci implique en particulier que l'éventuelle association de cultures vivrières ne peut être maintenue que très peu de temps, au maximum deux ans après l'implantation des jeunes cacaoyers.

Dans une plantation adulte bien établie, le tapis de feuilles mortes et l'ombrage du sol par les cacaoyers éliminent normalement toute végétation adventice.

14.3 - Taille du cacaoyer

Tout au plus, la maintenance du cacaoyer nécessite-t-elle que des opérations très simples d'entretien qui consistent uniquement à supprimer les gourmands ainsi que les bois morts ou malades et, éventuellement, à éclaircir les frondaisons par suppression de quelques extrémités de ramifications secondaires tombantes, lorsque celles-ci sont trop denses.

Au cours du développement du jeune plant, il arrive fréquemment - en particulier dans les plantations très éclairées - que la couronne se forme à un niveau trop bas, ce qui provoque une gêne importante pour les visites d'entretien ou de récolte. Il convient, dans ce cas, de laisser se développer un gourmand vigoureux, juste au-dessous de la couronne, pour former un deuxième tronc et une deuxième couronne.

Le cacaoyer ne doit subir aucune opération de taille du type de celle appliquée en arboriculture fruitière.

14.4 - Fertilisation minérale

L'utilisation des engrais en culture cacaoyère est une pratique relativement peu répandue. L'effet des engrais sur la production de ces arbres dépend beaucoup des conditions de culture et de lumière. Sous ombrage permanent, les engrais sont rarement rentables. En revanche, pour des cacaoyers cultivés en plein soleil, les engrais sont efficaces si, et seulement si, toutes les autres conditions de culture sont correctement contrôlées et en particulier si l'apport en eau

est bien réparti et dépasse les 1 300 mm/an (pluies naturelles ou irrigation par micro-aspersion).

La recherche de formules équilibrées pour le cacaoyer se fait par le diagnostic chimique du sol, méthode basée sur la connaissance des équilibres anioniques et cationiques favorables à la croissance et à la production des cacaoyers (cf. chapitre 7).

Des calculs simples, établis à partir de l'analyse d'échantillons composites de sol, représentatifs de la plantation elle-même ou d'une zone géographique homogène, permettent de déterminer les quantités d'engrais nécessaires pour arriver à ces équilibres dans la couche superficielle du sol tout en compensant les exportations des récoltes.

La récolte d'une tonne de cacao marchand (sans restitution du cortex de la cabosse) représente une exportation moyenne de 45 kg d'azote (N), de 65 kg de potassium (K_2O), de 13 kg de magnésium (MgO), de 13 kg de phosphore (P_2O_5) et de 10 kg de calcium (CaO).

L'épandage des engrais se fait en couronne entre 0 et 30 cm autour du cacaoyer à la plantation, entre 30 et 60 cm après deux ou trois années de plantation, et entre 60 et 100 cm à partir de la quatrième année. La durée d'application des formules d'engrais est toujours limitée; il est indispensable pour maintenir les équilibres recherchés de suivre régulièrement le chimisme du sol en procédant à de nouvelles analyses tous les trois ou quatre ans.

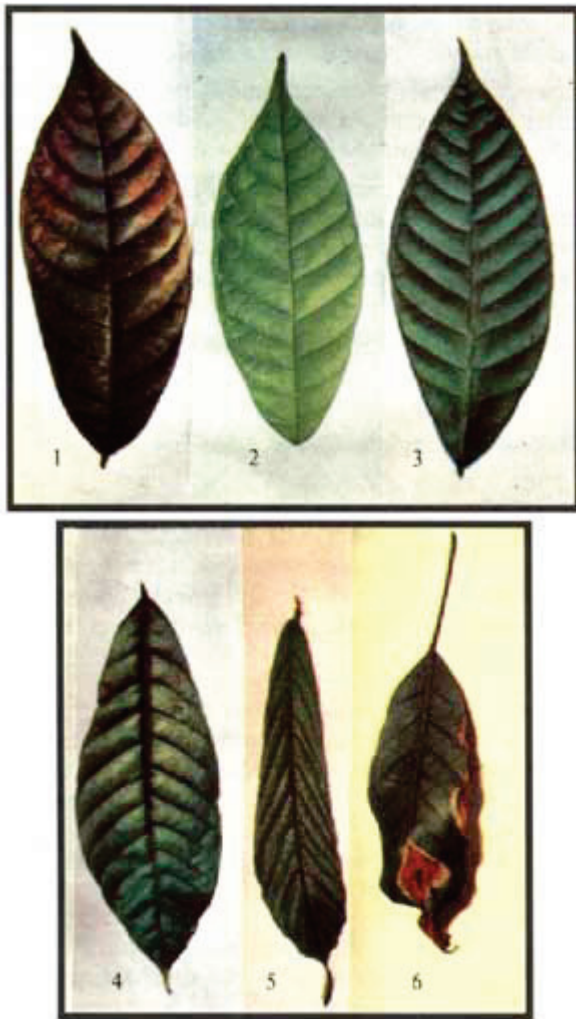
Les épandages d'engrais doivent être réalisés dès l'année de plantation si les sols sont désaturés ou pauvres en éléments minéraux, un an après la plantation sur les sols plus riches.

14.4.1 - Les symptômes de quelques déficiences minérales chez le cacaoyer

Les symptômes caractéristiques des différentes déficiences, qui concernent essentiellement les anomalies foliaires, sont bien connus et peuvent aider à diagnostiquer qualitativement les déséquilibres du sol en éléments minéraux. Parmi celles-ci, les plus fréquemment rencontrées sont:

- la déficience en azote: les feuilles sont de taille réduite avec une décoloration et un jaunissement du limbe et des nervures;
- la déficience en potassium: décoloration vert-olive marginale de la feuille, suivie de nécrose;
- la déficience en magnésium: décoloration jaune de part et d'autre de la nervure centrale de la feuille;
- la déficience en zinc: très reconnaissable à la malformation des feuilles très étroites, allongées et souvent incurvées en faucilles, à nervuration aberrante et très marquée;
- la déficience en bore: les jeunes feuilles sont anormalement allongées, souvent recroquevillées, crispées à leur extrémité et présentant des taches jaunes au point de courbure. Au stade plus avancé, la pointe des feuilles est nécrosée à partir de la

courbure. On observe par ailleurs, dans les cabosses, une prise en masse des graines dépourvues de mucilage.



Ph. 7. Symptômes sur feuille de quelques déficiences minérales. (Cl. A. LOUÉ).

1. Feuille normale, 2. Déficience en azote, 3. Déficience en potassium, 4. Déficience en magnésium, 5. Déficience en zinc, 6. Déficience en bore.

14.5 - Traitements phytosanitaires

Le maintien d'une plantation nécessite très généralement, en complément des soins culturaux habituels, des traitements phytosanitaires souvent coûteux pour lutter contre les dégâts des déprédateurs ou des maladies qui y sévissent avec plus ou moins d'intensité selon les pays et selon les conditions de culture.

Plus de cinq cents espèces différentes d'insectes déprédateurs ont été recensées sur le cacaoyer. Heureusement, dans la plupart des cas, l'incidence de ces déprédateurs sur la production est négligeable et ne justifie pas la mise en œuvre de traitements onéreux. En revanche, il existe quelques déprédateurs majeurs, tant en pépinière qu'en plantation, dont les dégâts, parfois considérables, peuvent être largement limités, voire même totalement évités, par des traitements bien conduits. L'efficacité du traitement est évidemment fonction de la

période ou de la rapidité d'intervention, respectivement si le cycle biologique du déprédateur est connu ou non, mais il est aussi et surtout fonction du choix d'un insecticide approprié. Une erreur dans ce choix peut aller à l'encontre de l'effet désiré.

Les maladies, quant à elles, peuvent affecter directement la récolte, en s'attaquant aux cabosses, ou indirectement, en affaiblissant ou en tuant les arbres. Dans certains sites, plusieurs maladies peuvent être économiquement contrôlées par simples méthodes culturales, en particulier par correction de l'ombrage ou par amélioration du drainage du sol. Mais bien souvent le recours à un traitement chimique se révèle indispensable.

On estime globalement que les pertes de cacao marchand s'élèvent à 21 % de la production potentielle mondiale du fait des maladies, et à 25 % de ce même potentiel du fait des déprédateurs. Ensemble, maladies et déprédateurs ne permettent de fournir sur le marché mondial que 54 % de la production espérée.

15 - Clé d'identification des maladies et déprédateurs

Le tableau ci-après propose une clé d'identification de la plupart des maladies et des déprédateurs à partir des symptômes observés sur les cabosses et sur l'appareil végétatif. Le planteur y trouvera également les principaux modes de lutte à appliquer.

Dans ce tableau, le nom de la maladie ou du déprédateur est suivi, entre parenthèses, du symbole:

CH,	pour champignon
IN,	pour insecte
VIR,	pour virus
MAM,	pour mammifère
?	pour non identifié

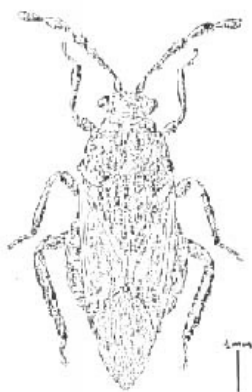
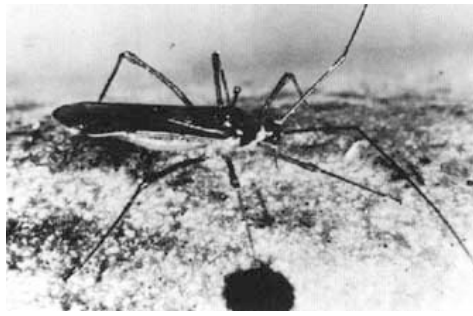


Fig. 11. - *Distantiella theobromae*. (D'après E.M. LAVABRE).



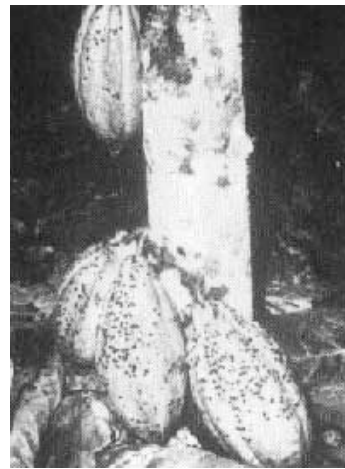
Ph. 8. - Mirides: *Sahlbergella singularis*.



Ph. 10. - Mirides: *Helopeltis*. (Cl. M. BOULARD).



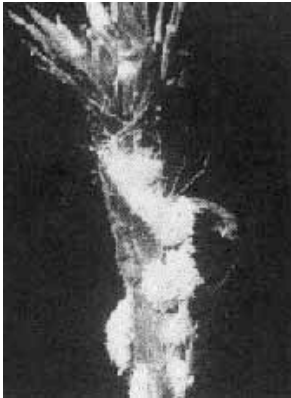
Ph. 9. - Dégâts de mirides sur jeunes cacaoyers.
(Cl. G. MOSSU)



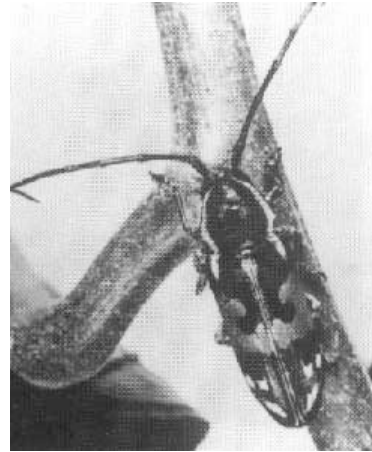
Ph. 11. - Dégâts de mirides sur cabosses.
(Cl. M. BOULARD).



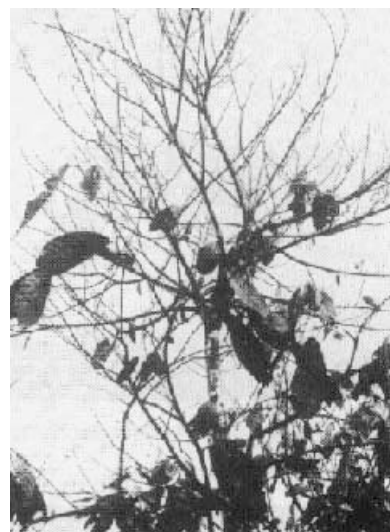
Ph. 19. - Mirides: traitement insecticide par thermonébulisation. (Cl. G. MOSSU).



Ph. 12. - Cochenilles: *Ferrisia* sur jeune pousse. Ph. 13. - Punaise: *Bathycoelia* sur cabosse.
(Cl. M. BOULARD).



Ph. 14. - Psylle: larves de *Tyora* sur rameau. Ph. 15. - Foreur de tige: *Tragocephala* SP.
(Cl. M. BOULARD).



Ph. 16. - Lépidoptère défoliateur: dégâts d'*Earias* sp.
(Cl. NGUYEN-BAN).



Ph. 17 - Thrips: défoliation par *Solenothrips*
(Cl. N. COULIBALY)



Ph. 18. - Rongeurs: dégâts sur cabosses.
(Cl. E.M. LAVABRE)



Ph. 24. Pourridié: arbre atteint. (Cl. C. MOSSU).



Ph. 20. - Pourriture brune: dégâts dus à
Phytophthora sp. sur cabosses. (Cl. G. BLAHA).

Ph. 21. - Moniliose: jeune chérille
déformée (Cl. O. TROCMÉ).



Ph. 22. - Balai de sorcière: rameau atteint.
(Cl. R.A. MULLER).

Ph. 23. - Swollen shoot: type de symptôme
en mosaïque sur feuille. (Cl. M PARTIOT).

15.1 - Dégâts observés sur cabosses

A - Pas de malformation du fruit

SYMPTÔMES	LOCALISATION INFORMATIONS	NOM ET (AGENT CAUSAL)	TRAITEMENT PAR LE PLANTEUR
<p>A.1. Les cabosses présentent une ou plusieurs taches brunes dures au toucher recouvertes d'un revêtement sporifère blanc-crème. Cette ou ces taches finissent par recouvrir toute la cabosse qui, en vieillissant, devient sèche et de couleur grisâtre. Odeur caractéristique de la tache brune (poisson). Perte de récolte parfois considérable (jusqu'à 95 %). Cette maladie peut se manifester également sur les feuilles et dans le bois des rameaux, du tronc ou des racines, où elle provoque l'apparition de chancres. Très haut risque de contagion</p>	<p>Universelle. Dépendante de la saison des pluies Favorisée dans les plantations insuffisamment aérées, si le climat est très humide et à température relativement basse (15-18°C).</p>	<p>POURRITURE BRUNE (CH.) " Phytophthora sp</p>	<p><i>Prophylactique:</i> " Récolte sanitaire des cabosses et chérelles atteintes. " Cabossage en dehors de la plantation. " Réduction de l'humidité ambiante par aération et réglage de l'ombrage. <i>Chimique:</i> " Pulvérisation sur les cabosses de bouillie aqueuse à 21 jours d'intervalle avec (Ridomil, «plus» a 33 g de produit commercial pour 10 l d'eau).</p>
<p>A.2. Les cabosses sont d'abord tachées de lésions brunes molles au toucher. Elles deviennent ensuite complètement noires comme si elles étaient couvertes d'une sorte de suie. Perte relativement modeste en général, mais pouvant atteindre dans certains cas des niveaux importants (plus de 50 %).</p>	<p>Universelle. Signe de faiblesse à la suite de blessures de piqûres d'insectes ou d'infections primaires par <i>Phytophthora spp.</i> ou autre pathogène</p>	<p>POURRITURE NOIRE (CH.) " Botryodiplodia theobroma</p>	<p>" Récolte sanitaire " Dans les cas sévères, application de fongicide tel que l'iprodione (Rovral) à 2 000 ppm chaque mois pendant six mois.</p>
<p>A.3. Les cabosses sont parsemées de petites taches noirâtres circulaires nettement individualisées et comme indurées. Incidence mineure sur le fruit lui-même, mais ces symptômes sont associés à d'autres symptômes beaucoup plus graves pour le cacaoyer (voir D.1). Perte de récolte très sévère par dépérissement de parcelles entières.</p>	<p>Universelle. Déprédateur favorisé par l'interruption du couvert de la frondaison ou de l'ombrage de tête du cacaoyer, par un grand nombre de cabosses, par une pluviosité modérée mais uniformément répartie, par un environnement forestier riche en plantes-hôtes (Sterculiacées et Bombacées)</p>	<p>MIRIDES (IN) " Helopeltis (Universel) " Sahlbergella sp. " Distantiella sp. " Odoniella Bryocoropsis (Afrique) " Monalonion (Amérique) " Pseudodoniella (Pacifique) " Platingo-miriodes (Asie du Sud-Est) " Boxiopsis (Madagascar)</p>	<p>" Taille des gourmands " Elimination des arbres-hôtes (Sterculiacée, Bombacée...) " Entretien de l'ombrage de tête et de la frondaison des cacaoyers " Deux application à 28 jours d'intervalle en début d'accroissement des populations avec insecticides alternés - lindane à 300 g m.a ha dans environ 401 d'eau en atomisation ou dans 21 de gas-oil en thermo-nébulisation. Alterner le lindane avec: " Thiodan (250 g m.a. ha) - " Unden (250 g m.a. ha) - " Basudine (410 g m.a. ha).</p>
<p>A.4. Les cabosses présentent comme pour le <i>phytophthora</i> Perte relativement faible de la récolte.</p>	<p>En Afrique Centrale et Occidentale.</p>	<p>POURRITURE FARINEUSE (CH)</p>	<p>" Même prophylaxie que pour fréquentes et régulières associées à un contrôle des rongeurs.</p>
<p>A.5. Les cabosses paraissent normales, mais en cas de forte infestation, elles semblent mûries prématurément. Une observation</p>	<p>Asie du Sud-Est - Pacifique Déprédateur favorisé par la proximité de plante-hôte, en particulier le rambutan (<i>Nephelium</i>)</p>	<p>FOREUR DE LA CABOSSE (IN) " Conopomorpha cramerella</p>	<p>Méthode culturale: " Elimination des chérelles et cabosses de plus de 5 cm en période de faible récolte</p>

soignée montre l'existence de perforations fines. Les graines, a l'intérieur, ne sont pas développées tandis que le mucilage est compact, caeux et dur. Les cabosses de la frondaison sont plus atteintes que les cabosses du tronc. Pertes très importantes de récoltes.	et le colatier (<i>Cola nitida</i>).		(interruption du cycle de l'insecte). Toutes ces cabosses et chérelles sont brûlées. " Brûlis des coques de cabosses après la récolte ou isolation en sacs de plastique. " La couverture en plastique sur les cabosses en développement est le meilleur remède, mais difficile pour les cabosses élevées.
A.6. Cabosses présentant des aires brunâtres plus ou moins lignifiées d'où partent des galeries superficielles, sinueuses et brunes. Le parenchyme tend à se déliter. Symptômes souvent spectaculaires, mais sans gravité pour le fruit.	Amérique Centrale et du Sud. Afrique.	CHENILLE MINEUSE DES CABOSSES (IN) " Marmara sp.	" Pas de traitement particulier.
A.7. Les cabosses présentent des taches en creux de 0,5 cm de diamètre environ, tapissées d'une pulvérulence rose. Croissance désordonnée.	Universelle. Favorisée par une humidité élevée	ANTHRACNOSE (CH) " Colletotrichum sp.	" Taille et récolte sanitaires.
A.8. Amas de sciure et de déjections agglomérés par des fils de soie à la base de la cabosse au contact du tronc ou lorsque deux cabosses se touchent. Ces amas proviennent d'orifices et galeries percés dans le péricarpe du fruit, sans incidence pour les graines, mais favorisant le développement de pourriture ou d'autres affections cryptogamiques. Perte de nombreuses cabosses.	Afrique. Au moment de la maturité des cabosses.	CHENILLE DES CABOSSES (IN) " Characoma stictigrapta	" Traitement insecticide en cas de pullulation importante, à base de deltaméthrine (Decis).
A.9. Le pédoncule ou la base de la cabosse présente des amas verruqueux brun foncé, marron rougeâtre ou complètement blancs, farineux et ovales. Ces amas peuvent former de véritables manchons autour du pédoncule de la cabosse. Cabosses parfois endommagées mais symptômes plus sérieux en d'autres endroits de la plante (jeunes pousses en particulier où les feuilles peuvent être arquées dans le plan du limbe, ou boursoufflées et recroquevillées) et risque de transmission de maladie grave (maladie à virus notamment).	Universelle. Ces symptômes sont très généralement associés à la présence simultanée de nombreuses fourmis qui construisent des nids en terre et débris végétaux entre le pédoncule de la cabosse et la branche ou le tronc.	COCHENILLE (IN) " Planococcus sp. " Ferrisia sp. (Universel) " Stictococcus sp. (Afrique)	" Traitement par insecticide systémique tel que le monocrotophos (1 volume/l volume d'eau) par badigeonnage sur le tronc ou en injection dans la base du tronc. " Traitement par pulvérisation foliaire d'insecticides à base d'acéphate à la dose de 500 g m.a ha. " Elimination des arbres-hôtes (Sterculiacées, Bombacées, Tiliacées et Malvacées par exemple).

B - Cabosses déformées

SYMPTÔMES	LOCALISATION INFORMATIONS	NOM ET (AGENT CAUSAL)	TRAITEMENT PAR LE PLANTEUR
B.1. Les cabosses adultes présentent, le plus souvent avant maturité, des taches brunes aux contours sinueux et recouvertes d'un revêtement sporifère blanc nacré. Ce même type de tache apparaît également sur jeunes chérelles sur lesquelles le premier symptôme visible est un renflement de forme variable A l'intérieur du fruit, les graines sont amalgamées en masse brune plus ou moins liquéfiée, et ce avant même l'apparition extérieure des symptômes.	Amérique du Sud et Amérique Centrale. La germination des spores est favorisée par une haute humidité Les spores sont très largement dispersées par le vent.	MONILIOSE (CH) ou pourriture aqueuse " Moniliophthora roleri.	<i>Prophylactique:</i> " Retrait des cabosses momifiées avant chaque période de nouaison " Récolte sanitaire hebdomadaire des chérelles et cabosses atteint " Réduction de l'humidité ambiante par aération et réglage de l'ombrage. " Contrôle bisannuel de

Les cabosses sèchent sur l'arbre et laissent échapper, au moindre contact et sous l'effet du vent, un nuage de spores. Perte de récolte très importante pouvant dépasser les 70 %. Très hauts risques de contagion.			L'auto-ombrage par taille des ramifications tombantes. <i>Chimique:</i> " Application d'oxyde de cuivre chaque semaine en période de floraison-nouaison, puis tous les 10 à 12 jours.
B.2. Les cabosses restent naines, prenant une forme atrophiée, sèchent et pourrissent sur l'arbre sans jamais atteindre la maturité. A ces symptômes sur cabosses sont associés des symptômes beaucoup plus spectaculaires sur les rameaux, jeunes pousses et coussinets floraux où la maladie provoque une poussée hypertrophique des bourgeons qui se développent en «balai de sorcière» avec une prolifération Perte considérable de cabosses (jusqu'à 90 %) et très haut risque de contamination et de contagion.	Amérique du Sud Amérique Centrale Antilles.	BALAI DE SORCIERE (CH) " Crinipellis perniciosa	" Maintien d'un ombrage sur la plantation (limitation des fluctuations éventuellement favorables de la température, de l'humidité et des mouvements d'air). " Taille sanitaire: coupe de toutes de coussinets malades. Tous les tissus malades doivent être brûlés. " Pas de résultats probants avec les fongicides pour le moment.
B.3. Cabosses nettement divisées en deux parties, l'une des deux parties(apicale ou basale) plus jaunâtre est comme atrophiée et parfois nécrosée. Les graines sont vides et brunes. Dégâts assez importants (plus de 20 % de pertes au Ghana par exemple).	Afrique de l'Ouest Asie du Sud-Est Favorisée par l'abondance des cabosses toute l'année (Haut-Amazoniens) et par une rupture de la frondaison des cacaoyers. Favorisée également par la saison sèche.	PUNAISES PENTATOMIDES ET COREIDES (IN) " <i>Bathycoelia</i> sp. " <i>Pseudotherapus</i> sp. " <i>Amblypelta theobromae</i>	" Même lutte chimique que pour Mirides. " Rupture du cycle de l'insecte par retrait total de toute fructification une fois par an en période de creux de récolte.
B.4. Cabosses présentant de nombreuses protubérances verruqueuses qui deviennent noires et molles au moment de la maturité du fruit. Les pertes de récolte n'affectent que les cabosses en surmaturité. Pertes encore relativement limitées mais extension rapide de la maladie dans différentes zones.	Afrique de l'Ouest.	MALADIE VERRU- QUEUSE DES CABOSSES (?) " Pathogène primaire non identifié (probablement un insecte). " Infection secondaire systématique par pourriture noire (<i>Botryodiplodia theobromae</i>).	" Récolte des cabosses à bonne maturité. " Traitement chimique à l'étude.
B.5. Cabosses rongées, percées d'un important orifice plus ou moins circulaire et complètement vidées de leur contenu. Ces cabosses se dessèchent et se momifient sur l'arbre. Dégâts parfois considérables, jusqu'à 90 % des cabosses	Universel. Surtout sur cabosses à maturité mais peut apparaître à n'importe quel âge du fruit, particulièrement dans les parcelles isolées, peu visitées et mal entretenues (ombrage dense, végétation adventice importante).	RONGEURS (MAM) " Nombreuses espèces de rongeurs (rats écureuils,...).	" Nettoyage des plantations, séparation des forêts par route, visites fréquentes. " Chasses organisées. " Pièges. " Empoisonnement par anticoagulant (exclut l'éventuelle consommation ultérieure de l'animal).

15.2 - Dégâts observés sur l'appareil végétatif

C - Dégâts généralisés entraînant la mort de l'arbre

SYMPTÔMES	LOCALISATION INFORMATIONS	NOM ET (AGENT CAUSAL)	TRAITEMENT PAR LE PLANTEUR
C. 1. La frondaison a séché d'un seul coup et les feuilles restent attachées Pas de rejets vivants à la base de	Universel. Apparaît surtout dans les plantations où les souches de	POURRIDIES (CH) " <i>Armillariella mellea</i> " <i>Fomes</i> sp.	" Extraction ou empoisonnement des souches.

<p>l'arbre qui peut être couché. Les racines sont parcourues par des cordons blanchâtres, jaunâtres, ou noirs, irrégulièrement ramifiés. Des craquelures et fentes verticales peuvent apparaître au niveau de l'écorce du collet. Dans les premières années de plantation, les cacaoyers touchés sont toujours isolés. Ensuite, la maladie s'étend en tache et peut affecter de très nombreux arbres dans la plantation.</p>	<p>grands arbres ont été maintenues (n'ont pas été extraites ou empoisonnées)</p>	<p>" Rosellinia sp.</p>	<p>" Arrachage soigné des arbres malades avec racines. " Établissement de tranchées autour des zones infestées. " Traitement chimique à l'étude, à base de cyproconazole (Alto 100: 10 ml de produit commercial dans 1 litre d'eau versé au pied de chaque arbre).</p>
<p>C.2. Chute de production sensible et morphogénèse anormale, se manifestant en particulier par l'apparition de gonflements du bois des rameaux, des rejets ou des racines. Les très jeunes feuilles des poussées foliaires présentent une mosaïque réticulée et des chloroses le long des nervures. Un cacaoyer adulte atteint peut mourir en trois ans. Pertes très importantes et très haut risque de contagion.</p>	<p>Afrique de l'Ouest. Transmission de la maladie par les cochenilles (voir A.9.). Des symptômes similaires ou moins sévères ont été également signalés dans de nombreux pays d'autres continents</p>	<p>SWOLLEN SHOOT (VIR) Cocoa Swollen Shoot Virus (C.S.S.V.) " Diverses formes plus ou moins agressives du virus ont été identifiées au Ghana et au Togo.</p>	<p>" Contrôle des cochenilles (voir A.9.) par insecticides en badigeonnages ou en pulvérisations foliaires. " Éliminer les arbres présentant des symptômes, ainsi que les arbres voisins apparemment sains. Cette intervention doit être précoce.</p>
<p>C.3. Frondaison détériorée ou nombreuses extrémités de rameaux dépourvues de feuilles et souvent desséchées. Existence de rejets vivants à la base Aspect de candélabres pour plusieurs ramifications. Présence de chancres sur les branches et à la fourche. Présence de petites pustules blanches disposées en lignes longitudinales sur le bois mort. Toute la frondaison se dessèche, du haut vers le bas, entraînant rapidement la mort de l'arbre.</p>	<p>Universel. Pratiquement toujours consécutive à une attaque de mirides et par conséquent, favorisée par un ombrage insuffisant.</p>	<p>TRACHEO-MYCOSE A CALONECTRIA (CH). " Calonectria sp</p>	<p>" Reconstitution de conditions favorables au développement des arbres " Taille, en dessous des lésions du bois, des rameaux atteints.</p>
<p>C.4. Une partie de la frondaison est détériorée. Les feuilles se dessèchent mais ne tombent pas et ne s'enroulent pas sur elles-mêmes. Existence de rejets desséchés à la base de l'arbre et du côté de la partie malade de la frondaison, et de rejets sains ailleurs. Mort partielle de l'arbre par progression de la maladie du bas vers le haut.</p>	<p>Universel. Favorisée par une évapotranspiration intense et donc par un ombrage insuffisant.</p>	<p>TRACHEO-MYCOSE A VERTICILLIUM (CH). " Verticillium sp.</p>	<p>" Réduction de l'évapotranspiration par aménagement de l'ombrage. " Suppression des parties malades. " Remplacement éventuel de l'arbre par développement d'un rejet sain.</p>
<p>C.5. Jaunissement avec des taches vertes caractéristiques de quelques feuilles adultes en milieu de branche puis progressivement vers le bas et vers l'extrémité des rameaux. Au-delà de ces feuilles vers l'extrémité des rameaux les bourgeons axillaires poussent normalement avant de mourir. La maladie gagne lentement toutes les branches et finit par tuer le cacaoyer, quel que soit son âge. Le bois est comme rayé de stries brunes visibles par section tangentielle. Dégâts parfois très importants(jusqu'à 50 % des arbres). Très haut risque de contagion.</p>	<p>Asie du Sud-Est. Favorisée par les saisons des pluies et par les vents nocturnes. Les jeunes cacaoyers sont très sensibles à cette maladie qui sévit souvent en pépinière. Les cacaoyers affaiblis par malnutrition ou par attaques d'insectes sont également très sensibles.</p>	<p>VASCULAR STREAK DIEBACK (CH) (V.S.D.) " Oncobasidium theobromae</p>	<p>" Conduite de la plantation pour obtenir des Cacaoyers vigoureux et bien développés. " Établissement de brise-vent " Si infection importante procéder à la taille généralisée des branches de l'arbre atteint. " Brûler les branches taillées.</p>
<p>C.6. Dessèchement brutal d'une portion de la frondaison ou de la frondaison tout entière suivie de la nécrose et la mort rapide des zones infectées.</p>	<p>Amérique Centrale et du Sud. Asie du Sud-Est. N'est pas signalée en Afrique. Maladie associée aux</p>	<p>MAL DE MACHETTE (CH) ou Mort subite " Ceratocystis fimbriata</p>	<p>" Coupe et brûlis des branches attaquées et des arbres morts. " Éviter de blesser le</p>

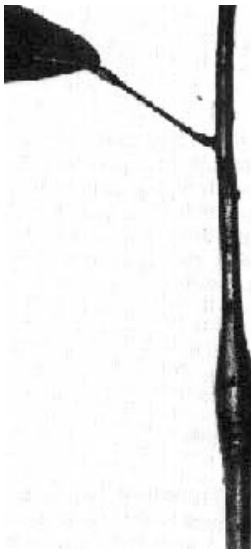
Les feuilles adultes sont devenues pendantes et brunes. Dégâts parfois très importants (jusqu'à parfois 50 % des arbres).	blessures faites sur l'arbre et notamment aux attaques d'insectes du genre tant dans la transmission de la maladie.		cacaoyer lors des opérations d'entretien des outils servant à la taille.
C.7. Dépérissement et mort du cacaoyer sans autres symptômes extérieurs. Par contre le pivot de l'arbre ou les grosses racines sont rongés près du collet par un gros ver blanc.	Afrique Antilles	HANNETON (IN) " Camenta sp. " Phyllophaga sp.	" Pièges lumineux nocturnes. " Application d'insecticide systémique en granulés au sol autour du collet (Phorate par ex.: 1 g m.a./arbre).
C.8. Défoliation sévère du cacaoyer et en particulier des jeunes plants. Les poussées foliaires sont systématiquement détruites ainsi que les feuilles adultes. Dépérissement de l'arbre. Dégâts pouvant être sévères.	Universel.	COLEOPTERES DEFOLIATEURS (IN) " Adoretus versus " Rutela lineola " Pseudotrochalus concolor " Apogonia derroni " Nodonota theobroma etc.	" Protection individuelle des jeunes plants par abris en palme par exemple " Application d'insecticide systémique en granulés au sol à l'aplomb de la frondaison (Phorate par ex.: 1 g m.a./arbre).

D - Dégâts observés sur rameaux

SYMPTÔMES	LOCALISATION INFORMATIONS	NOM ET (AGENT CAUSAL)	TRAITEMENT PAR LE PLANTEUR
D.1. Nombreux rameaux desséchés portant encore quelques feuilles mortes. Pas de trace de trous, de galeries ou d'amas de sciure. Les rameaux verts encore vivants présentent de nombreuses taches brunes allongées, tendant parfois à fusionner dans le sens de la longueur. Feuilles brunissant à partir des nervures. Le bois aoûté présente des dépressions plus ou moins crevassées. Fruits, s'il y en a, parsemés de taches brun noirâtre.	Universelle. Le dessèchement et la mort des rameaux (et parfois de l'arbre tout entier) sont très généralement dus à une trachéomycose (C.3. et C.4.) secondaire introduite dans le bois par les piqûres de mirides.	MIRIDES (IN) Voir A.3.	Voir A.3.
D.2. Pas de feuilles mortes fixées aux extrémités des rameaux desséchés. Présence de nombreux «flocons» blancs d'aspect cotonneux fixés aux extrémités des jeunes pousses ou sur les fleurs et coussinets floraux ou encore sous les jeunes feuilles qui sont recroquevillées ou boursouflées. Dégâts parfois très importants sur jeunes plants exposés en pleine lumière. Perte allant jusqu'à 70 % des plants.	Afrique. Affecte particulièrement les poussées foliaires aussi bien en pépinière qu'en plein champ.	PSYLLE (IN) " Tyora tessmanni	" Insecticide de la famille des organophosphorés
D.3. Rameaux desséchés isolés ou par petits groupes portant encore leurs feuilles mortes. Présence de trous circulaires laissant échapper de la sciure, agglomérée ou non, et galeries pouvant se poursuivre dans les branches de gros diamètre. Incision annulaire éventuellement visible vers l'extrémité du rameau, le bourgeon terminal se dessèche.	Universel. Fréquent sur jeunes plants exposés en pleine lumière et dans les plantations négligées.	FOREURS DES TIGES et CHENILLE MINEUSE DU BOIS (IN) " Tragocephala sp. " Glenea sp " Steirastoma sp, " Xyleborus sp " Erodiscus sp " Pantorhytes sp. " Eulophonotus sp. " Zeuzera sp.	" Taille des branches mortes. " Application d'insecticide systémique si possible. " Entretien de la plantation et espace sanitaire entre la plantation et la forêt voisine.
D.4. Sur branches et tronc: développement hypertrophique des coussinets floraux sur lesquels apparaissent soit de multiples petits «bourgeons» verts, soit de très nombreuses fleurs stériles. Maladie qui affecte la récolte. Rarement sévère.	Amérique - Antilles - Afrique.	GALE DES COUSSINETS FLORAUX (CH). " Calonectria rigiduscula (ou Fusarium decemcellularae).	" Badigeonnage du tronc avec un fongicide systémique.

E - Dégâts observés sur feuilles

SYMPTÔMES	LOCALISATION INFORMATIONS	NOM ET (AGENT CAUSAL)	TRAITEMENT PAR LE PLANTEUR
E.1. Feuilles présentant des taches de brûlures sur les marges du limbe, accompagnées éventuellement de cloques. Contour déformé, incisé et extrémité avortée ou nécrosée. Dégâts parfois très importants.	Universel. Favorisé par l'implantation pleine lumière ou par le retrait brutal de l'ombrage.	CICADELLES (IN) " Empoasca sp. " Affroccidens sp " Chinaia sp. " Horiola sp.	" Insecticide: Fénirothion et formothion en pulvérisation à 1000 g de m.a par hectare.
E.2. Les feuilles sont rongées. Le bourgeon terminal des jeunes pousses est avorté, il renferme généralement une logette ou une galerie à l'intérieur de laquelle se tient un ver. Croissance perturbée des jeunes cacaoyers (retard excessif dans l'apparition de la couronne ou, dans des conditions défavorables, dessèchement complet du plant). Défoliation parfois sévère en plantation adulte.	Universel. Favorisé par l'implantation en pleine lumière ou par le retrait brutal de l'ombrage.	LEPIDOPTERES DEFOLIATEURS (IN) " Anomis sp " Earias sp " Tiracola sp " Melanchroia sp.	" Insecticide systémique pour les foreurs: monocrotophos. Insecticide de contact pour les défoliateurs: Endosulfan (250 g m.a. ha).
E.3. Décoloration des feuilles par taches puis jaunissement et teinte rouille générale avant de tomber. Défoliation parfois très importante des cacaoyers.	Universel. Fréquent en période de stress hydrique. Favorisé par le retrait brutal de l'ombrage.	THRIPS (IN) " Solenothrips rubrocinctus.	" Insecticide: Fénirothion, diazinon, propoxur.
E.4. Feuilles rongées et destruction sévère des feuilles dont seule la nervure centrale peut être respectée. Dégâts parfois très importants.	Amérique du Sud. Amérique Centrale. Antilles.	FOURMIS COUPEFEUILLES (IN) " Atta. " Acromyrmex,	" Destruction des nids par fumigation avec du bromure de méthyle ou de l'hydrogène phosphoré (PH ₃).



Ph. 25. - Swollen shoot: symptôme sur rameau. (Cl. M. PARTIOT).

VI. Récolte et préparation du cacao marchand

Le cacao marchand, plus simplement appelé «cacao», est obtenu à partir des graines extraites des cabosses et ayant subi, dès la récolte, deux opérations fondamentales et successives qui sont la fermentation d'une part et le séchage d'autre part. A l'issue de ce traitement, les graines portent le nom de fèves de cacao et sont le plus souvent exportées sous cette forme vers les pays utilisateurs.

16 - Récolte des cabosses

La formation et le développement des cabosses, depuis la pollinisation des fleurs jusqu'à la maturité des fruits, dure en moyenne cinq à six mois. La cabosse change alors de couleur, le vert virant au jaune, le rouge virant à l'orangé. La récolte doit avoir lieu à bonne maturité: une cabosse mûre est en effet particulièrement vulnérable aux maladies (pourriture en particulier) et déprédateurs (rongeurs); de plus, un maintien prolongé sur l'arbre entraîne la germination des graines qui deviennent impropres à la transformation en cacao marchand. Mais il est plus grave encore de récolter des cabosses avant maturité, car la fermentation de leurs graines produit toujours un cacao de basse qualité, pauvre en composés aromatiques.

La cueillette faite par section franche du pédoncule à l'aide d'une lame bien affûtée. Pour les cabosses hautes, on utilise un outil de type émondoir, emmanché à l'extrémité d'une longue perche et dont les lames supérieure et inférieure permettent d'obtenir, en poussant ou en tirant selon la position du fruit, une section nette du pédoncule sans endommager la branche qui le porte.

La récolte doit être effectuée à intervalles réguliers de dix à quinze jours qui ne devraient, en tout état de cause, jamais excéder trois semaines.

Il est important, au cours de la récolte, de ne pas blesser le coussinet floral qui produira les fleurs et les fruits des récoltes suivantes et de ne pas favoriser, par des blessures, la pénétration de champignons parasites dans les tissus de l'arbre.

17 - Cabossage

L'écabossage est l'opération qui consiste à ouvrir les cabosses pour en extraire les graines. Elle doit être réalisée au plus tard six jours après la récolte.

En général, les cabosses récoltées sont regroupées et cassées dans la plantation ou en bordure de celle-ci. L'écabossage se faisant toujours aux mêmes endroits, il est conseillé d'y creuser une fosse suffisamment grande et profonde dans laquelle seront jetés tous les débris de cabosses, ainsi que les cabosses pourries provenant des récoltes sanitaires. En opérant de la sorte, on limite la dissémination des maladies fongiques (pourriture brune); le contenu de la fosse devant être régulièrement traité au moment des passages de lutte phytosanitaire.

La méthode la plus simple d'écabossage est l'utilisation d'un gourdin en bois qui, asséné sur l'équateur de la cabosse, provoque un éclatement du fruit en deux hémisphères d'où il est facile d'extraire, à la main, les graines attachées au placenta central. L'usage d'outil tranchant

(machette, par exemple), bien que très répandu, est à proscrire afin de ne pas détériorer les graines.

L'écabossage, lorsque la récolte est importante, nécessite une main-d'œuvre abondante. Si l'on admet qu'un homme peut procéder, par jour, à la cueillette de 1500 cabosses, une journée de travail doit être prévue également pour l'écabossage de ces 1500 cabosses. Aussi a-t-on cherché depuis longtemps à mécaniser cette opération. Plusieurs prototypes d'écabosseuses à moteur ont été proposés, tels la Cacaoette fabriquée en France, la Zumex d'Espagne ou la Pinhalense du Brésil, mais, compte tenu de leur prix d'achat, des frais de fonctionnement et de la technicité nécessaire à leur utilisation, elles sont encore peu répandues. Une écabosseuse manuelle, légère et pratique, a été proposée avec plus de succès auprès des planteurs camerounais.

18 - Préparation du cacao marchand

Pour être commercialisées sous l'appellation de «cacao», les graines fraîches, obtenues après l'écabossage, doivent subir deux opérations très importantes: la fermentation et le séchage. La qualité du cacao, si recherchée aujourd'hui, est directement fonction de la conduite de cette préparation qui a essentiellement pour buts:

de débarrasser les graines de la pulpe mucilagineuse qui les entoure,

de provoquer la mort de l'embryon et par conséquent d'empêcher sa germination,

de provoquer de profondes modifications biochimiques à l'intérieur des cotylédons, entraînant une diminution de l'amertume et de l'astringence et permettant le développement des «précurseurs» de l'arôme chocolat,

enfin de ramener la teneur en eau des fèves fermentées, d'environ 60 % à une valeur de 6 à 7 %, afin de bloquer les réactions enzymatiques et de permettre la conservation du produit marchand.

18.1 - La fermentation

18.1.1 - Processus et durée de la fermentation

L'accumulation des graines fraîches dans des récipients spécialement aménagés, ou plus simplement en tas, provoque rapidement l'entrée en fermentation de la pulpe mucilagineuse sucrée qui enveloppe chaque graine.

Cette pulpe, dont le pH acide est dû à la présence d'acide citrique, constitue un milieu très favorable au développement de levures. Celles-ci transforment les sucres en alcool éthylique avec dégagement de gaz carbonique et élévation très importante de température (jusqu'à 35-40° C après 48 h); le pH augmente simultanément et les bactéries de l'acide lactique commencent à se développer.

L'hydrolyse des pectines de la pulpe entraîne à la fois un drainage des jus et une aération qui permet aux bactéries acétiques d'intervenir et de se développer abondamment. Elles transforment, par oxydation, l'alcool en acide acétique.

Des brassages réguliers de toute la masse sont nécessaires pour favoriser l'aération et obtenir une fermentation homogène. Le rythme le plus généralement adopté est celui d'un brassage toutes les quarante-huit heures.

La production d'acide acétique et l'élévation importante de température tuent la graine dont les cellules deviennent perméables. Les enzymes des cellules de réserve sont ainsi mis en contact avec les polyphénols des cellules à pigments. Les pigments anthocyaniques sont d'abord hydrolysés au cours d'une première phase anaérobie, puis oxydés en deuxième phase aérobie. Les cotylédons prennent alors la couleur brune caractéristique du cacao.

Simultanément, près de 40 % de la théobromine présente dans les cotylédons frais se concentre par diffusion dans les téguments de la fève, provoquant ainsi une diminution de l'amertume des fèves «bien fermentées».

La durée de la fermentation est très variable suivant:

le type de cacaoyer,

les conditions climatiques,

l'importance de la masse de cacao en fermentation,

la méthode utilisée.

On arrête la fermentation lorsqu'un certain nombre de caractéristiques typiques sont réunies: gonflement des fèves, odeur de la masse, couleur brune des cotylédons, chute de la température. Ceci est obtenu en moyenne après quatre à six jours pour les cacaoyers de type Forastero et Trinitario, et après deux à trois jours pour les cacaoyers de type Criollo.

La modification la plus importante qui intervient au niveau des cotylédons au cours de la fermentation est l'apparition des précurseurs de l'arôme chocolat. Ces substances, qui comprennent, entre autres, des acides aminés libres et des monosaccharides, sont capables de donner aux fèves de cacao, après torréfaction, la saveur et l'arôme caractéristiques que l'on recherche dans ce produit.

18.1.2 - Les méthodes traditionnelles de fermentation

En paniers, tressés en fibres végétales, pouvant être de toutes dimensions et contenir des quantités très variables de graines, allant de 10 à 150 kg. Les paniers remplis sont posés sur le sol ou sur des tables et recouverts de feuilles de bananiers. Le brassage s'effectue par transvasement des fèves d'un panier dans un autre.

En tas: les graines sont déposées sur un tapis de feuilles de bananiers, elles-mêmes posées sur un lit de branchages qui facilite le drainage des jus. Le tas de graines est recouvert de feuilles de bananiers.

En caisses: le volume des caisses est très variable et doit être adapté aux possibilités de récolte de l'exploitation. De petites caisses en bois ayant 50 x 50 x 50 cm de dimensions intérieures et pouvant contenir 80 à 85 kg de graines, permettent d'obtenir une fermentation dans de bonnes conditions. Il faut prévoir quatre caisses de ce type pour traiter une tonne de cacao marchand, c'est-à-dire la récolte d'environ un hectare. Des bacs de fermentation en matière plastique ont été proposés notamment en Côte d'Ivoire; ces bacs, gerbables pour faciliter le brassage, contiennent 80 kg de graines.

Dans les grandes exploitations, on utilise généralement des séries de caisses volumineuses pouvant contenir plus d'une tonne de graines.

Les caisses de fermentation doivent obligatoirement comporter des trous de drainage et d'aération. Lorsque la caisse est remplie, le cacao est recouvert de feuilles de bananiers, afin de favoriser l'ensemencement naturel de levures et de bactéries. Les brassages sont effectués par transvasement de la masse d'un bac dans un autre (ou par gerbage lorsqu'il s'agit de bacs en plastique); cette opération est facilitée par le retrait de cloisons amovibles et par la disposition en cascade des séries de caisses.

18.1.3 - Les facteurs intervenant dans la fermentation

" La maturité des cabosses:

Les graines des cabosses mûres fermentent normalement, tandis que celles des cabosses non mûres ne fermentent pas correctement. Enfin les cabosses trop mûres peuvent contenir des graines germées.

" Maladies des cabosses:

En cas de maladie, la fréquence des récoltes doit être plus élevée. Toutes les cabosses sont cueillies mais, parmi elles, seules les cabosses mûres dont les fèves ne sont pas atteintes sont utilisées pour la préparation du cacao marchand. Les autres sont éliminées. Ce principe n'est hélas que très peu respecté dans de trop nombreux pays producteurs.

" Type de cacaoyer:

Ainsi que nous l'avons vu, la durée de fermentation des cacaos Criollo est relativement courte - deux à trois jours tandis que celle des Forastero et des Trinitario s'étend sur quatre à six jours et parfois plus.

" Variations de climat et de saison:

Les poids relatifs de mucilage et de sucres par graine varient considérablement selon les conditions de culture. Il est par exemple bien connu que les graines ont moins de mucilage pendant la saison sèche. Par ailleurs, l'excès de mucilage, observé dans certaines conditions

empêche les échanges gazeux, ce qui, associé à la grande quantité de sucres, aboutit à un taux élevé d'acide dans les cotylédons.

Enfin, il existe des pays où les variations de température sont telles qu'il peut s'avérer nécessaire de protéger les caisses de fermentation. Au-delà de 800 m d'altitude, les conditions de température provoquent un ralentissement de la fermentation.

" Quantité de cacao:

Il faut une quantité minimale de graines fraîches, de l'ordre de 70 à 90 kg, pour obtenir une fermentation convenable

" Durée:

Lorsque la fermentation est complète, les cotylédons des fèves doivent avoir une couleur brune uniforme. Un cacao sous-fermenté présente des fèves encore violettes qui donneront un produit amer et astringent. Par contre, une fermentation trop prolongée présente le grave danger d'aboutir à un cacao de fort mauvais goût dû à un début de fermentation putride.

18.2 - Le séchage

L'objectif du séchage est de ramener la teneur en eau des fèves fermentées, qui est d'environ 60 %, à moins de 8 %, de manière à assurer au cacao de bonnes conditions de conservation pour le stockage et le transport.

18.2.1- Séchage et qualité du cacao

Si le séchage est trop lent, il y a danger d'apparition de moisissures, ce qui est un défaut très grave pour le cacao marchand. Par contre, si le séchage est trop rapide, les réactions d'oxydation peuvent être empêchées et l'acide acétique peut rester emprisonné dans les cotylédons, développant ainsi un excès d'acidité.

L'acidité est due à la présence d'acides volatils et non volatils, parmi lesquels les plus importants sont les acides acétique, citrique et lactique.

L'acide acétique est, pour sa plus grande part, éliminé pendant la phase d'usinage mais l'acide lactique, non volatil, est maintenu tout au long du séchage et de l'usinage.

Il est reconnu que les fèves séchées au soleil sont moins acides que celles séchées artificiellement.

Au cours du séchage, il faut, dans toute la mesure du possible, éliminer les fèves défectueuses telles que les fèves plates, les fèves germées et les débris de fèves ainsi que tous les corps étrangers.

Les méthodes utilisées pour le séchage du cacao peuvent être classées en deux types principaux, qui sont le séchage naturel ou solaire et le séchage artificiel.

18.2.2 - Séchage naturel

Le séchage au soleil est le plus simple et aussi le plus fréquemment employé dans le plus grand nombre des pays producteurs. Il dépend bien évidemment des conditions climatiques et nécessite en général huit à quinze jours d'exposition des fèves.

" Séchage sur nattes:

Dans les petites exploitations, le cacao est parfois simplement étalé en couche mince sur des nattes posées à même le sol ou, plus fréquemment, sur des bâtis rustiques qui permettent d'éviter les visites intempestives d'animaux domestiques. Après trois ou quatre jours, le cacao est ressuyé. Une bonne méthode consiste alors à l'étaler sur une bâche en matière plastique noire, elle-même étendue sur la natte. La chaleur absorbée par le plastique permettra d'obtenir un bon séchage en dix jours. Chaque soir ou dès que la pluie survient, la bâche est roulée avec le cacao, ce qui assure une protection et évite une reprise d'humidité.

" Séchoir «autobus»:

Le séchoir «autobus» est constitué d'un abri construit le plus souvent en bois et couverte de nattes ou de tôles. De chaque côté, des ouvertures sont aménagées, d'où sortent, à différentes hauteurs, des rampes en bois sur lesquelles peuvent coulisser des claies de séchage. Ces claies, constituées de nattes tendues sur une armature de bois, peuvent être rapidement glissées sous le toit. Ce type de séchoir est souvent utilisé, en plus grandes dimensions et en matériaux plus sophistiqués, dans les grandes exploitations industrielles où plusieurs étages de rampes en rails peuvent être superposés afin d'augmenter la surface de développement des claies.

" Séchoir à toit mobile:

Le principe du séchoir à toit mobile est l'inverse de celui du séchoir «autobus». L'aire de séchage, une plate-forme cimentée ou en bois, est fixe. Le toit en tôles est amovible par roulement sur des rails fixés le long de l'aire de séchage.

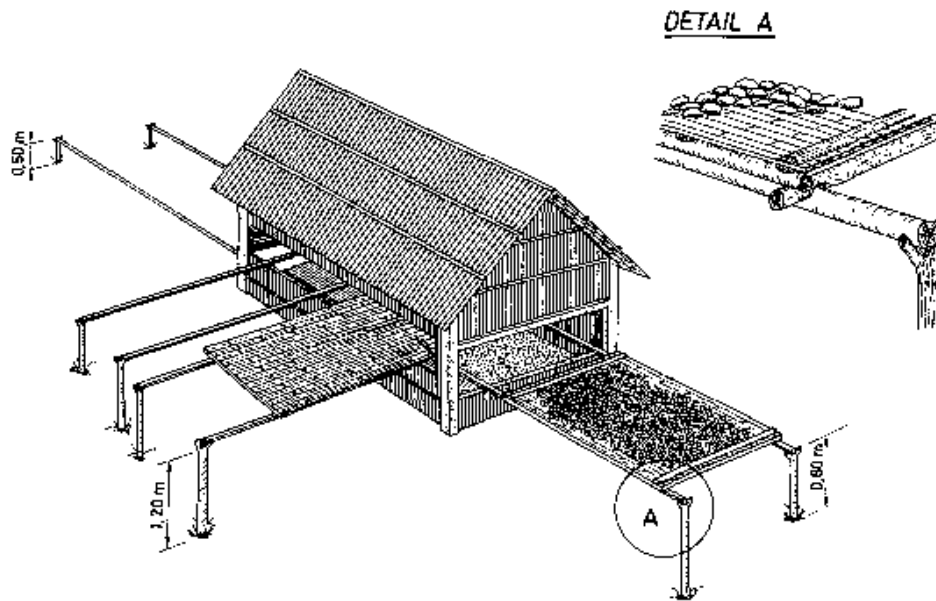


Fig. 12. - Séchoir de type «autobus» pour exploitation familiale.

18.2.3 - Séchage artificiel

Lorsque les conditions climatiques ne sont pas favorables au séchage solaire, ou lorsque l'importance de la plantation est telle que des surfaces considérables deviennent nécessaires en période de pointe pour un séchage naturel, des méthodes artificielles doivent être appliquées.

" Séchoirs simples:

Les séchoirs simples sont des fours à sole en ciment, ou mieux en ardoises, sur laquelle le cacao est mis à sécher par échauffement de la sole, ou des fours à courant d'air chaud procuré par les conduits de fumée d'un foyer extérieur. Dans ce dernier cas, l'air chaud sèche le cacao en traversant les claies sur lesquelles il a été étalé.

Parmi les fours à air chaud les plus connus, les fours du type «Samoa», dont la fabrication est relativement simple, sont utilisés en exploitation familiale comme en grande plantation avec du bois ou du fuel comme combustible.

Dans tous les cas, des précautions doivent être rigoureusement prises pour éviter la contamination du cacao par la fumée. La cheminée du foyer doit être suffisamment haute et suffisamment éloignée du toit de couverture du séchoir. De même, l'étanchéité de la plateforme de séchage ou des conduits de fumée doit être particulièrement surveillée.

" Séchoirs mécaniques:

De nombreux types de séchoirs mécaniques sont utilisés dans les grandes exploitations. Ce sont soit des séchoirs à claies mobiles circulant dans un tunnel parcouru par de l'air chaud, soit des séchoirs rotatifs où l'air chaud traverse le cacao contenu dans un cylindre en mouvement. Ces appareils ne sont rentables que pour un volume important de cacao; le séchage dure de 10 à 20 heures suivant le taux en humidité initial du cacao.

Des séchoirs à maïs de type «Scolari» ont également été utilisés avec succès; la couche de fèves est traversée par un courant d'air chaud et la masse de cacao est remuée mécaniquement afin d'homogénéiser le gradient de concentration en eau.

" Ateliers automatisés:

Un premier prototype d'atelier entièrement automatisé pour la fermentation, le séchage et le conditionnement du cacao a été conçu et réalisé par l'IRCC et installé en Côte d'Ivoire. Cette unité expérimentale offre une capacité de réception de 20 à 25 tonnes de graines fraîches par jour et produit, en fin de programme, un cacao de bonne qualité organoleptique.

Dans les pays où la production cacaoyère est essentiellement d'origine familiale, en Afrique par exemple, le fonctionnement d'un tel atelier dépend fondamentalement des conditions d'approvisionnement qui doivent impérativement être planifiées et rigoureusement suivies.

18.3 - La reprise du cacao

On appelle «reprise du cacao» le rapport entre le poids de cacao sec obtenu après fermentation et séchage et le poids de graines fraîches recueillies lors de l'écabossage. Le taux de reprise varie avec le type de cacaoyer, le degré de maturité des cabosses, les conditions climatiques lors de la récolte, les conditions et la durée de la fermentation et les conditions de séchage. Il peut donc avoir des valeurs extrêmement fluctuantes, allant de 32 à 46 %, mais une valeur moyenne de 40 % est assez généralement utilisée lorsqu'il s'agit d'établir une estimation de rendement.

18.4 - Nettoyage et mise en sac

Après le séchage, les fèves sont conditionnées en sacs en jute. Cette opération est souvent précédée d'un tri des fèves avec élimination complémentaire des fèves plates, des brisures, des éventuelles fèves germées et d'autres impuretés, afin d'améliorer la qualité du produit. Les normes internationales précisent que le poids net des sacs de cacao doit être de 62,5 kg, c'est-à-dire seize sacs pour 1 tonne.

18.5 - Stockage du cacao marchand

Le producteur avant la livraison, l'exportateur avant l'expédition, l'industriel avant l'utilisation sont amenés à stocker les fèves de cacao. Celles-ci constituent une denrée fragile exposée, au cours du stockage, à diverses détériorations dont les plus classiques sont l'imprégnation d'odeurs et le développement de goûts étrangers, la reprise d'humidité, le développement de moisissures et les attaques d'insectes. Les normes internationales précisent certaines précautions de stockage:

humidité ambiante ne dépassant pas 70 %,

entreposage à 7 cm au moins du sol (caillebotis - plancher) permettant la circulation de l'air,

passage de 60 cm au moins entre les murs et les sacs et entre les sacs de diverses qualités,

désinfection éventuelle par fumigation au bromure de méthyle et/ou par pulvérisation d'insecticides à base de pyréthriinoïdes. Protection contre les rongeurs et autres déprédateurs,

mesures pour éviter la contamination par des odeurs, des saveurs étrangères ou des poussières,

vérification périodique de la teneur en humidité de chaque lot.



Ph. 26. -Fermentation en paniers.



Ph. 27 - Séchoir «autobus» de plantation industrielle. (Cl. G. Mossu).



Ph. 28. Séchoirs à toits mobiles en plantation industrielle (Cl. G. Mossu).



Ph. 29. - Four à bois de type «Samoa». (Cl. G. Mossu).



Ph. 30. - Préparation du cacao marchand: four à air chaud équipé d'un râteau mobile pour le brassage des fèves. (Cl. C. Mossu).

Ph. 31. - Stockage du cacao marchand (Cl. G. Mossu).

VII. Temps de travaux à l'hectare

Il est pratiquement impossible de définir des normes de temps de travaux à l'hectare qui auraient valeur de moyennes internationales.

Les situations varient considérablement d'un pays à l'autre ou même d'une région à une autre d'un même pays. Les éléments à prendre en compte sont eux-mêmes très nombreux et extrêmement variables entre la mosaïque de petites plantations familiales d'Afrique, par exemple, et les grandes plantations industrielles du Sud-Est asiatique.

Parmi ces éléments, il convient de citer, avant tout, le planteur lui-même, avec ses caractéristiques, son organisation, son agilité, la disponibilité en temps et en main-d'œuvre, ainsi que ses obligations et ses coutumes. Viennent ensuite d'autres éléments également très variables tels que la topographie du terrain destiné à être aménagé en cacaoyère, l'encombrement en végétation, les facteurs écologiques de son environnement... On conçoit ici toutes les difficultés et les multiples visites sur le terrain que nécessite la moindre étude socio-économique liée à l'exploitation et au bénéfice de la cacaoculture. Les écarts observés par rapport à toute conclusion qui se voudrait nationale, régionale ou universelle dans ce domaine sont presque aussi nombreux que les planteurs eux-mêmes.

Les données proposées ici sont issues de plusieurs origines et n'ont donc qu'une simple valeur indicative; le planteur pourra établir son propre calendrier en ajustant ces chiffres selon ses moyens et ses conditions de travail.

Estimation des temps de travaux pour 1 hectare de cacaoyers en forêt (en journées de travail)

Densité de plantation: 1 333 pieds ha (écartement 3 m x 2,50 m)

Ombrage provisoire à la même densité (bananiers plantains, *Gliricidia*)

Pas de plante de couverture, ni de plante vivrière

Une journée de travail = 5 à 6 heures

" Pépinière (80 m ² pour 2 000 pieds)	
- Construction ombrière	4
- Établissement des plates-bandes	2
- Approvisionnement en terre (5 à 6 m ³)	6
- Remplissage des sacs (300/jour) (sacs de 12 cm de \varnothing et 25 cm de hauteur)	7
- Semis des graines	2
- Entretien - arrosage (6 mois)	25
Total pépinière (journées)	46

" Préparation du terrain en forêt	
- Délimitation	3
- Abattage sous-bois	13 à 20
- Abattage - tronçonneuse (avec scie mécanique)	50
- Établissement des pistes et du réseau de drainage ou d'irrigation (150 m pistes/ha)	60
- Extraction des souches et andainage	50 à 66
- Brûlis des andains	10
- Piquetage pour cacaoyers: coupe piquets (200/jour)	7
piquetage	14
- Piquetage pour ombrage provisoire: bananier plantain: coupe piquets	7
piquetage	7
<i>Gliricidia</i> : coupe boutures	7
plantation	14
- Trouaison (40 cm au cube) (pas de trouaison pour ombrage provisoire)	27 à 34
- Rebouchage des trous	7
- Réalignement piquets après trouaison	7
Total préparation du terrain (journées)	283 à 313

" Plantation des cacaoyers	
- Désherbage préalable (selon désherbage manuel: 8 j ou chimique: 2 j)	2 à 8
- Transport des plants	10
- Plantation	18
- Abris de palme	18
- Contrôle et remplacement (10%)	8

" Plantation des bananiers plantain	
- Désherbage préalable	2 à 8
- Transport des plants	10
- Plantation	27
- Nématicide	3
- Contrôle et remplacement	5

" Plantation de <i>Gliricidia</i>	
- Effectuée au moment du piquetage	0
Total plantation (journées)	103 à 115

" Entretien de la plantation	
Pour chacune des trois premières années:	
- Désherbage (si herbicide, 6 passages = 12 j. si fauchage, 7 passages = 42 j)	12 à 42
- Taille de formation (2e couronne) et égourmandage (en 6 passages)	16
Détourages et lianes	10
- Traitements insecticides (en 4 passages)	8
- Engrais (en 3 épandages)	6
- Récolte des bananes	16
- Éclaircies des rejets de bananiers (en 3 passages/an)	9
Total entretien annuel pendant les trois premières années (journées)	77 à 107

Pour chaque année suivante (plantation fermée)	
- Désherbage (en 4 passages)	16
- Recépage des bananiers	4
- Égourmandage (en 8 passages)	8
- Traitements insecticides	
(2 doubles passages si nécessaire)	8
- Traitements fongicides (suivant nécessité)	p.m.
- Engrais (en 3 épandages)	6
Total entretien annuel plantation fermée (journées)	42
	+ traitements fongicides

" Récolte - Fermentation - Séchage	
(pour 1 tonne de cacao marchand)	
- Récolte 1500 cabosses par jour	17
- Cabossage 1 500 cabosses par jour	17
- Fermentation et séchage	16
Total récolte, fermentation et séchage (journées)	50

VIII. Défauts des cacaos marchands

Le chocolatier, principal utilisateur des fèves de cacao, souhaite pouvoir trouver sur le marché un produit répondant aux exigences de sa fabrication.

Le cacao doit être:

sec,

riche en matières grasses,

homogène avec des fèves pesant en moyenne au moins 1 g. L'homogénéité des lots est un critère de choix important pour le chocolatier.

Mais avant tout, le chocolatier veut trouver, dans le cacao qu'il achète, un produit qui lui permette d'obtenir la saveur caractéristique du chocolat, c'est-à-dire un ensemble de qualités sapidiques et aromatiques qu'il est malheureusement très difficile de définir objectivement et dont on ne peut que présumer l'existence par examen physique des fèves.

19 - Espèces et terroirs

Ce sont les premiers éléments de classement des cacaos aujourd'hui établi en cacaos ordinaires et cacaos fins.

19.1 - Les cacaos ordinaires («bulk cocoa» des pays anglophones)

Les cacaos ordinaires sont obtenus à partir des cacaoyers Forastero ou hybrides de Forastero. Ils représentent 90 à 95 % de la production mondiale et offrent une grande variation de qualité selon les origines, essentiellement due aux méthodes de préparation (fermentation et séchage) appliquées dans les différents pays.

19.2 - Les cacaos fins

Les cacaos fins sont produits à partir de cacaoyers Criollo et Trinitario. On les trouve principalement en Indonésie, en Papouasie Nouvelle Guinée, au Samoa, au Sri Lanka, à Trinidad et dans quelques autres îles des caraïbes. Ce sont des cacaos à casse claire, c'est-à-dire dont les fèves ont une couleur cannelle plus ou moins foncée après fermentation et séchage, et dont la saveur est particulièrement appréciée.

Mais les caractéristiques d'un cacao peuvent, à tous les stades de la production, se trouver modifiées par des facteurs extérieurs entraînant des écarts à la qualité parfois très graves. Le tableau ci-après présente, par ordre de gravité décroissante, les principaux défauts des cacaos marchands:

DÉFAUTS OBSERVÉS	CAUSES
<i>Fèves moisies</i> (défaut majeur)	- Récolte de cabosses trop mûres avec graines

Goût de moisi dans le produit fini et présence éventuelle de mycotoxines.	germées. - Blessures à l'écabossage. - Fermentation prolongée. - Mauvais séchage. - Reprise d'humidité au cours du stockage.
Fèves ardoisées	- Fermentation nulle.
Chocolat très astringent, très amer, dépourvu d'arôme chocolat.	
Fèves violettes	- Fermentation insuffisante.
Chocolat de pauvre qualité peu aromatique, astringent et amer.	
Fèves brunes très foncées avec taches noires Goûts étrangers très désagréables.	- Fermentation trop longue, début de fermentations putrides.
Fèves à odeur de fumée Goût désagréable typique.	- Séchage et/ou stockage mal protégés des fumées. - Stockage proche d'aliments odorants (viandes ou poissons fumés).
Fèves mitées	- Stockage trop long, sans surveillance ni traitements appropriés contre les insectes.

20 - Méthode d'appréciation de la qualité d'un cacao

Seules certaines caractéristiques des fèves de cacao peuvent donner lieu à une appréciation par des méthodes objectives: évaluation de la teneur en eau, mesure de la richesse en beurre de cacao, recherche de résidus de pesticides par exemple.

Mais, à l'exception de l'évaluation de la teneur en eau, l'appréciation d'un cacao, au niveau du marché lui-même, ne fait appel qu'à des méthodes subjectives limitées le plus souvent à ce que l'on désigne sous le terme d'«épreuve à la coupe» («cut test»), c'est-à-dire un examen visuel de la surface de coupe des cotylédons, complétée parfois par une épreuve de dégustation.

Le prélèvement des échantillons est effectué au hasard sur au moins un sac sur trois. La sonde de prélèvement doit être enfoncée successivement à la partie supérieure, au milieu et à la partie inférieure du sac. L'analyse doit porter au moins sur 300 fèves par tonne ou fraction de tonne de cacao marchand.

Le cacao de qualité marchande doit avoir subi une fermentation et un séchage uniformes. Sa teneur en eau sera inférieure à 8 %. Le produit doit être dépourvu de tout corps étranger et d'insecte vivant, de toute fève à odeur de fumée ou autre odeur étrangère et ne présenter aucune trace d'altération. Il doit être homogène quant à la taille de ses fèves et ne pas contenir de brisures de fèves et de fragments de coque.

20.1 - Les normes du cacao par qualité

Les classements commerciaux sont établis selon les pourcentages à ne pas dépasser de fèves défectueuses observées par l'épreuve à la coupe. Il y a, actuellement, quatre principaux types de classement du cacao marchand:

" Normes internationales (F.A.O.): appliquées par la plupart des pays producteurs et consommateurs:

	Fèves moisies	Fèves ardoisées	Autres fèves défectueuses (attaquées par les insectes, plates, germées)
Grade I	3%	3%	3%
Grade II	4 %	8 %	6 %
Hors grade	> 4%	> 8 %	> 6 %

" Normes adoptées par le Brésil:

	Fèves moisies	Fèves ardoisées	Fèves attaquées par les insectes	Fèves germées et autres fèves défectueuses
Superior	2 %	2 %	2 %	2 %
Bom	4%	4%	4%	4%
Abaiso do Prado (exportation soumise à autorisation spéciale)	8 %	8 %	5 %	10 %

" Normes adoptées par l'AFCC* et la CAL*:

	Fèves ardoisées	Autres fèves défectueuses (moisies, mitées, germées)
Good fermented	5 %	5 %
Fair fermented	10 %	10 %
Fair average quality	/	12 %

" Normes adoptées par le CMA*:

Fèves moisies	Autres fèves défectueuses (insectes...)	Ensemble des défauts
4%	4%	6%

* AFCC = Association Française du Commerce des Cacaos - France.
 CAL = Cocoa Association of London - Grande-Bretagne.
 CMA = Cocoa Merchants Association - États-Unis.

20.2 - Autres caractéristiques du cacao marchand

" Pureté

Les produits de la chocolaterie, à l'instar des autres produits alimentaires, doivent être purs et inaltérés. Les autorités de santé publique nationale et internationale se préoccupent de plus en plus de la pureté de l'alimentation et de ses ingrédients. Pour le cacao marchand, les principales sources d'impuretés sont les résidus de pesticides, les éventuelles bactéries, plusieurs espèces d'insectes et les corps étrangers.

" Uniformité

Les fabricants visent à produire des chocolats de qualité soutenue. Ils privilégient tout naturellement en conséquence les origines aptes à garantir non seulement une qualité du cacao constante, et aussi élevée que possible, mais aussi un approvisionnement régulier en fèves.

" Rendement en matière comestible

Le rendement de la partie la plus utile de la fève a une influence directe sur sa valeur pour le fabricant et donc sur le prix d'achat qu'il accepte de payer. Un certain nombre de facteurs mesurables objectivement affectent la quantité de matière comestible, c'est-à-dire la quantité d'amandes de cacao (fèves décortiquées), ainsi que la quantité de la partie la plus précieuse, le beurre de cacao, que l'on peut extraire d'un lot de cacao.

Ces facteurs sont:

la dimension et l'uniformité des fèves: une fève doit peser au minimum 1 g et dans un même lot, pas plus de 12 % des fèves ne doivent être en dehors de la fourchette de plus ou moins un tiers du poids moyen;

le pourcentage en matières grasses, de 50 à 58 %;

la teneur en eau, moins de 8 %;

la présence de corps étrangers, celle de fèves plates ou de fèves endommagées par les insectes.

21 - Résumé des besoins des chocolatiers

Pour la production d'un chocolat de bonne qualité, les fabricants cherchent à obtenir des lots de fèves de cacao qui ont les caractéristiques suivantes:

Aptitude à développer un arôme chocolat prononcé après traitement.

Absence de mauvaises saveurs telles que goût de moisi, goût de fumée, acidité et astringence excessives.

Correspondant bien au grade I des normes internationales (F.A.O.). Un cacao qui ne répond pas à cette norme ne convient pas à la fabrication de chocolat de bonne qualité.

Uniformité de dimensions des fèves et, en moyenne, au moins 1 g par fève.

Bonne fermentation et séchage soigneux, avec une teneur en humidité maximum absolue de 8 %.

Homogénéité.

Absence d'impuretés: résidus de pesticide, bactéries, insectes vivants, corps étrangers.

Teneur en acide gras libres inférieure à 1 %.

Teneur en matières grasses de 50-58 %, teneur en coque de 11-12 %, un beurre de cacao dur.

IX. Fabrication des produits de chocolaterie

22 - Les produits semi-finis

Il s'agit de la pâte de cacao et de ses dérivés directs, la poudre de cacao et le beurre de cacao.

22.1 - La pâte de cacao

- Opérations préliminaires

A son arrivée à l'usine, le cacao marchand est tout d'abord nettoyé et trié par passage sur un tamis à agitation continue, fortement ventilé et équipé d'aimants puissants. Les particules étrangères métalliques, poussières et brisures sont éliminées.

- Torréfaction

La torréfaction est une opération fondamentale qui permet d'abaisser la teneur en eau jusqu'à 1,5-2 %, de provoquer l'évaporation des acides volatils (acide acétique), de faciliter la séparation de l'amande et des coques, et surtout de développer l'arôme du chocolat.

C'est une opération très précise dont l'intensité et la durée doivent être soigneusement réglées suivant la particularité des fèves en traitement. Elle se fait habituellement en continu, à une température de 100 à 150°C, pendant 20 à 40 minutes. Les fèves sont ensuite rapidement refroidies.

- Concassage

Les fèves refroidies sont transportées dans des concasseurs tarares, ou casse-cacao, où les coques sont brisées et séparées des amandes par ventilation. Les amandes et fragments d'amandes, ou «grains de cacao», et les germes sont ensuite séparés par densité sur des tamis vibrants.

- Mélange et broyage du cacao

Lorsqu'un mélange de fèves de différentes origines est nécessaire, mélange dont la composition reste le secret de chaque chocolatier, il doit être effectué avant le broyage.

Les grains de cacao sont écrasés finement à une température élevée (50 à 70°C) dans des broyeurs à cylindres de plus en plus serrés. La température élevée permet d'obtenir, par la fusion du beurre de cacao, une pâte fluide dont la finesse est une des conditions de la qualité du produit obtenu appelé pâte de cacao.

La pâte de cacao peut être maintenue fluide à la chaleur, ou moulée et refroidie pour être stockée. Elle porte alors le nom de «masse de cacao» et constitue le premier produit de transformation du cacao marchand. Elle est assez souvent fabriquée dans les pays producteurs et exportée sous cette forme. Elle servira à la fabrication de beurre, de poudre ou de chocolat.

22.2 - Fabrication du beurre et de la poudre de cacao

Selon la matière première utilisée pour la fabrication du beurre (fèves entières, grains de cacao ou pâte de cacao) et selon le procédé d'extraction utilisé, on distingue:

- Le beurre de cacao de pression ou beurre de cacao: la pâte liquide est pressée dans des presses hydrauliques (jusqu'à 600 kg/cm²).
- Le beurre de cacao d'expeller: le beurre de cacao est obtenu par extrusion, les presses hydrauliques étant alors remplacées par des vis sans fin (expeller).
- Le beurre de cacao raffiné: obtenu par pression, par extrusion (expeller), par extraction au moyen d'un solvant ou par une combinaison de ces procédés, et raffiné.

Le beurre de cacao sortant de la presse est filtré, éventuellement neutralisé et raffiné, désodorisé et tempéré, c'est-à-dire maintenu quelque temps à une température proche de son point de fusion pour permettre une première formation stable des cristaux. Il est ensuite moulé et refroidi. Il est alors de consistance dure, à cassure cireuse, légèrement brillant, de teinte jaune clair, onctueux au toucher. Il fond à une température voisine de 35°C en donnant un liquide limpide.

Le beurre de cacao est un mélange de glycérides des acides oléique (37 %), stéarique (34 %), palmitique (26 %) et linoléique (2 %).

Les tourteaux, c'est-à-dire ce qui reste au fond des presses après extraction du beurre de cacao, contiennent encore 20 % de beurre. Ils seront transformés, par concassage et pulvérisation, en poudre de cacao. Un pressage plus poussé donnera une poudre de cacao dite «maigre» ou «dégraissée» (10 % de beurre de cacao seulement).

23 - Les produits finis: les chocolats

23.1 - Le chocolat en poudre

Le chocolat en poudre est préparé directement à partir de la poudre de cacao à laquelle on ajoute du sucre (68 % au maximum) et habituellement de la vanille.

23.2 - Le cacao solubilisé

Le poudre de cacao n'est pas soluble dans l'eau et reste à la surface. L'addition de sels alcalins permet d'obtenir une suspension, mais un mélange plus homogène dans le liquide (lait ou eau) est favorisé par adjonction de lécithine ou par l'agglomération des particules de poudre afin de les rendre plus denses. Une telle préparation porte le nom de cacao solubilisé.

23.3 - Les «petits déjeuners»

Les «petits déjeuners» sont caractérisés par la présence de farines précuites ajoutées en plus ou moins grande quantité à la poudre de cacao et au sucre.

23.4 - Le chocolat

Le chocolat est un mélange de pâte de cacao et de sucre qui peut être additionné de beurre de cacao, de lait, de fruits ou d'aromates.

- **Mélange de la pâte et du sucre:** la pâte de cacao, maintenue fluide par la chaleur, et le sucre, préalablement très finement broyé, sont mélangés dans un pétrin sous vide. Les proportions sont programmées et les mélanges se font automatiquement.

- **Raffinage:** le raffinage permet d'obtenir un mélange absolument homogène et une granulométrie très fine. Il se fait dans des broyeurs à cylindres superposés, de plus en plus serrés et tournant à des vitesses différentielles de l'ordre de 200 tours/minute. La pâte devient alors sèche et floconneuse. Elle est à nouveau pétrie dans un mélangeur qui fait «revenir la pâte»; c'est à ce stade que l'on ajoute le beurre de cacao nécessaire aux qualités les plus fines, ainsi que la vanille ou les différents aromates qui parfumeront le chocolat.

- **Conchage:** le couchage est une des opérations les plus importantes de la fabrication du chocolat, celle dont dépend en grande partie la qualité du produit, tant au point de vue de son arôme que de sa texture. Elle a lieu dans de grandes cuves, les conches, où la pâte est continuellement brassée, agitée, malaxée pendant 24 à 72 heures à une température comprise entre 60 et 80°C. La durée du couchage a une grande influence sur le velouté et le moelleux du chocolat. La plus grande partie du beurre de cacao et la lécithine nécessaire sont ajoutées vers la fin du couchage.

- **Tempérage:** le tempérage consiste à ramener le mélange à une température de 28 à 31°C dans des tempéreuses automatiques afin d'obtenir une cristallisation stable du beurre de cacao.

- **Dressage:** le dressage comporte le moulage, où le chocolat tempéré passe dans une trémie peseuse qui le distribue dans des moules, le tapotage qui permet de secouer continuellement les moules afin de bien répartir la pâte et d'en chasser les bulles d'air, la réfrigération en tunnels frigorifiques à 7°C environ, enfin le démoulage obtenu par retourné des moules sur un tapis en feutre qui reçoit les tablettes.

- **Emballage et conditionnement:** ces dernières opérations sont également entièrement automatisées.

23.5 - Quelques dénominations légales

" Cacao sucré en poudre, cacao sucré, chocolat en poudre

Mélange de cacao en poudre et de saccharose, contenant au moins 32 g de poudre de cacao pour 100 g.

" Chocolat à cuire ou de ménage

Contient au moins 30 g de matière sèche totale de cacao pour 100 g. dont 18 g de beurre de cacao, le reste étant du sucre.

" Chocolat «au lait»

Le lait, en poudre ou concentré (ce lait contenant au moins 24 % de matières grasses) est incorporé avant raffinage. 100 g de chocolat au lait doivent contenir au moins 25 g de matière sèche totale de cacao, dont 2,5 g de cacao sec dégraissé, 14 g au moins de matières solides provenant de l'évaporation du lait, au moins 3,5 g de crème de lait et au maximum 55 g de sucre.

" Chocolat «de couverture»

Il doit contenir au moins 31% de beurre de cacao. Il est utilisé en confiserie et en biscuiterie.

" Chocolat blanc

Il est composé de lait, de beurre de cacao et de sucre.

" Produits «au chocolat» ou «au cacao»

Ils doivent contenir au moins 35 % de pâte ou de poudre de cacao s'ils sont solides, 32 % s'ils sont en poudre et 6 % s'ils sont liquides.

" Produits «chocolatés» ou «cacaotés»

Contiennent 20 à 35 % de pâte ou de poudre de cacao.

" Produits «de parfum ou d'arôme cacao» ou «de parfum ou d'arôme chocolat»

Contiennent de 0 à 20 % de pâte ou de poudre de cacao.

On distingue quatre catégories de chocolat en tablettes: le chocolat, le chocolat au lait, le chocolat blanc, le chocolat fourré.

Les catégories chocolat et chocolat au lait sont-elles-mêmes subdivisées en quatre variétés appelées: chocolat de ménage chocolat, chocolat de couverture et chocolat avec qualificatif de supériorité, selon la teneur minimale en composants de cacao.

L'accroissement du taux de cacao dans un chocolat a pour corollaire une réduction de sa teneur en sucre, avec presque toujours une augmentation du pourcentage en beurre de cacao. Plus la teneur en cacao est élevée, plus un chocolat est amer. Plus un chocolat contient du sucre, moins il est amer. Plus il contient de beurre de cacao plus il est onctueux, et moins il en contient, plus il cassant.

Le consommateur pourra donc distinguer, par l'appellation de la tablette et par la mention obligatoire de la teneur en cacao, le caractère du produit présenté.

Chocolats	Teneur minimale en cacao
- Chocolat de ménage	30 %

- Chocolat	35 %
- Chocolat de couverture de couleur foncée	16 %
- Chocolat avec qualificatif de supériorité («supérieur», «surfin»)	43 %
Chocolats au lait	
- Chocolat de ménage au lait	20 %
- Chocolat au lait	25 %
- Chocolat de couverture au lait	25 %
- Chocolat au lait avec qualificatif de supériorité	30 %

Il convient de mentionner ici la législation française particulièrement précise et rigoureuse sur la définition du chocolat qui est «le produit obtenu à partir de cacao en grains, de cacao en pâte, de cacao en poudre ou de cacao maigre en poudre et de saccharose, avec ou sans addition de beurre de cacao».

Le chocolat peut être additionné de noisettes, d'amandes ou de noix, de lait, d'aromates ou de substances aromatiques naturelles et d'éthylvanilline, à condition de préciser la composition du produit fini et d'appliquer les dénominations légales.

Au moment de la construction de l'Europe, où plusieurs pays ont modifié cette composition «noble» du chocolat en remplaçant le beurre de cacao par d'autres matières grasses d'origine animale ou végétale, il paraît important, dans l'intérêt des pays consommateurs, et surtout dans celui des pays producteurs, d'insister sur ces dispositions légales françaises.

X. Valeur nutritionnelle

Agréables à consommer, les produits de la chocolaterie présentent une valeur énergétique élevée sous un faible volume. Ils contiennent par ailleurs des minéraux utiles, des vitamines et des substances stimulantes. Le chocolat actuel est de composition complexe, incluant quelque 800 composants, au moins, dénombrés jusqu'à présent.

Le tableau suivant présente la composition moyenne d'une tablette de 100 g de chocolat pour les principaux éléments.

COMPOSITION MOYENNE D'UNE TABLETTE DE CHOCOLAT DE 100 g

Éléments	Chocolat noir	Chocolat au lait
Composants nutritifs		
Protéines	3,2 g	7,6 g
Lipides	33,5 g	32,3 g
Hydrate de carbone	60,3 g	53,0 g
Lécithine pure	0,3 g	0,3 g
Alcaloïdes (surtout théobromine)	0,6 g	0,2 g
Minéraux		
Calcium	20 mg	220 mg
Magnésium	80 mg	50 mg
Phosphate	130 mg	210 mg
Oligo-éléments		
Fer	2,0 mg	0,8 mg
Cuivre	0,7 mg	0,4 mg
Vitamines		
A	40 U.I.	300 U.I.
B 1	0,06 mg	0,1 mg
B2	0,06 mg	0,3 mg
C	1,14 mg	70 U.I.
D	50 U.I.	70 U.I.
E	2,4 mg	1,2 mg
Énergie assimilable		
Calories	495	515

Le chocolat est donc un aliment complet, particulièrement énergétique par sa richesse en glucides, en lipides et en protides. Une tablette de 100 g apporte 500 calories. Il contient de la théobromine et de la caféine, qui sont des alcaloïdes capables de stimuler le système nerveux central. Enfin, non dépourvu d'oligo-éléments, bien garni en vitamines, le chocolat est aussi une source de sels minéraux. Sa teneur élevée en magnésium et en fer peut pallier, le cas échéant, le déficit alimentaire en ces éléments. Le chocolat constitue de plus un apport substantiel en phosphore.

Les propriétés du chocolat se résument, pour l'essentiel, en leurs actions reconstituantes, énergétiques et toniques exercées sur l'organisme. Bien des composants du chocolat participent à ces fonctions et notamment la théobromine. Son effet stimulant sur le système nerveux central est tel qu'on peut, à son propos, parler d'«effet dopant» (la théobromine est légalement interdite aux sportifs de compétition).

Enfin une étude très récente, effectuée à l'Université de Compiègne, montre que les chocolats noirs consommés en France présentent une teneur moyenne en cholestérol de 1 mg pour 100 g (10 mg/100 g pour les chocolats au lait) et ne jouent donc qu'un rôle dérisoire dans l'apport exogène de cholestérol. Le chocolat ne devrait plus être proscrit dans les régimes limitant les risques d'athérosclérose.

Les contre-indications du chocolat sont liées à sa forte teneur en sucre et en graisse. Sa consommation est déconseillée aux diabétiques, aux obèses, et par extension, aux hyperuricémiques et aux goutteux. Le chocolat, toujours riche en acide oxalique, doit également être supprimé en cas de lithiase oxalique.

La consommation de chocolat en quantité raisonnable, c'est-à-dire moins de 50 g par jour, ne provoque ni «crise de foie» - de réputation typiquement française - ni migraine.

Lexique

- Adventice:** Plante qui croît sur un terrain cultivé sans y avoir été semée (mauvaise herbe).
- Andainage:** Mise en tas, sur une ligne, des débris végétaux lors du défrichage.
- Androcée:** Ensemble des organes mâles, étamines et staminodes, d'une fleur.
- Anticryptogamique** (= fongicide): Produit chimique utilisé pour tuer les champignons.
- Aoûtement:** Maturation du bois.
- Auto-incompatibilité:** Situation d'impossibilité des fleurs d'une plante ou d'un groupe de plantes d'être fécondables par leur propre pollen.
- Cabosse:** Fruit du cacaoyer ayant atteint sa taille définitive.
- Chérelle:** Jeune fruit du cacaoyer en cours de développement.
- Chromosome:** Élément visible dans le noyau de la cellule au moment de la division cellulaire. Chaque chromosome est présent en double exemplaire et porte le code génétique de nombreux caractères. Le cacaoyer a deux fois 10 chromosomes différents ($2n = 20$).
- Clone:** Descendance végétative ou asexuée.
- Collet:** Point de jonction de la tige et de la racine.
- Cortex** (ou péricarpe): Enveloppe du fruit comprenant trois couches distinctes, de l'extérieur vers l'intérieur: l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe.
- Cotylédon:** Première feuille en forme de lobe charnu qui s'insère sur l'axe de la plantule dans la graine et qui contient une réserve en éléments nutritifs. La graine du cacaoyer comporte deux cotylédons.
- Couronne:** Ensemble des cinq branches charpentières apparues au sommet du tronc du cacaoyer.
- Cultivar:** Variété sélectionnée de grande diffusion commerciale.
- Cutine:** Substance cireuse dont est constituée, en majeure partie, la membrane extérieure des cellules épidermiques.
- Diploïde:** Se dit d'une cellule qui possède $2n$ chromosomes.
- Débourrement:** Ouverture du bourgeon et début de l'apparition des feuilles.
- Déficience:** Insuffisance d'un ou de plusieurs éléments nutritifs nécessaires au développement d'une plante.
- Endurcissement:** Éclaircie progressive de l'ombrage d'une pépinière pour habituer les plants à la lumière.
- Épigée:** Mode de germination lorsque, par allongement de l'axe hypocotyle, il soulève les cotylédons au-dessus du sol.
- Famille:** Groupe de plantes que des caractères communs rapprochent les unes des autres et qui constitue, en systématique, l'unité supérieure du genre.
- Fève:** La fève de cacao est une graine qui a subi les opérations de fermentation et de séchage.
- «Flush»:** Période de développement d'une pousse avec apparition de nouvelles feuilles.
- Gène:** Facteur héréditaire existant dans le chromosome.
- Génotype:** Individu d'origine génétique caractéristique.
- Genre:** Réunion d'espèces présentant certains caractères communs.
- Hermaphrodite:** Fleur comprenant étamines et pistil.
- Hétérozygote:** Individu instable dans sa descendance, non de race pure, donnant lieu à des disjonctions des caractères génétiques.
- Hybride:** Plante issue d'un croisement entre deux individus différents par un ou plusieurs caractères fixes. Les hybrides d'un même croisement constituent une «famille hybride».

Induction florale: Initiation du développement des ébauches florales.

Mésoamérique: Aire culturelle comprenant la partie méridionale et orientale du Mexique, Guatemala, Salvador et les parties occidentales du Honduras, Nicaragua et Costa Rica. Ces régions ont partagé, à l'époque précolombienne, un ensemble de traits culturels qui les distinguent de leurs voisins du Sud et du Nord.

«**Mulch**»: Paillage.

Oligo-élément: Élément qui exerce une action favorable ou défavorable à très petite dose, tels que le bore (B), le fer (Fe), le cuivre (Cu), le zinc (Zn) ou le manganèse (Mn).

Orthotrope: Caractère de la croissance d'une pousse selon une orientation verticale.

Penninervé: Feuille dont le pétiole se prolonge en une nervure principale qui émet régulièrement des nervures secondaires disposées comme les barbes d'une plume. pH: Nombre caractérisant la réaction du sol: acide en dessous de pH7, alcalin ou basique au-dessus, neutre pour pH7.

Photosynthèse: Propriété que possèdent les plantes à chlorophylle de décomposer l'anhydride carbonique et d'effectuer, à l'aide de ses constituants, des synthèses organiques en utilisant l'énergie lumineuse.

Phyllotaxie: Disposition des feuilles sur la tige selon une «hélice foliaire». Une phyllotaxie 3/8 signifie qu'il faut suivre trois révolutions de long de cette hélice pour trouver deux feuilles en position identique sur la tige. Au cours de ces trois révolutions, on rencontre huit feuilles en position différente.

Piquetage: Mise en place et alignement de piquets en bois de 1 à 2 m de hauteur aux emplacements exacts des futurs arbres d'ombrage et des futurs cacaoyers.

Plagiotrope: Caractère de la croissance d'une pousse selon une orientation horizontale.

Staminode: Organe de même origine que les étamines mais dépourvu de sac pollinique et de forme très modifiée.

Stomate: Cellule épidermique modifiée servant aux échanges gazeux et à l'émission de vapeur d'eau.

Supère: Ovaire situé au-dessus du plan d'insertion apparent des pièces florales.

Pour en savoir plus

OUVRAGES

- ARE L.A., GWYNNE-JONES D.R.G. - Cacao in West Africa, Oxford University Press, Londres (Grande-Bretagne), 1973.
- BRAUDEAU J. - Le cacaoyer, G.P. Maisonneuve et Larose, Paris (France), 1969.
- LAVABRE E.M. - Insectes nuisibles des cultures tropicales, G.P. Maisonneuve et Larose, Paris (France), 1970;
- LOUÉ A. - Études des carences et des déficiences minérales sur le cacaoyer, IRCC/CIRAD, Paris (France), 1961.
- WOOD G.A.R., LASS R.A. - Cocoa, Longmans, Londres (Grande-Bretagne), 1985.

PERIODIQUES

- Café - Cacao - Thé - IRCC/CIRAD, Paris (France).
- Cocoa Grower's Bulletin - Cardbury Schweppes plc, Bournville, Birmingham (Grande-Bretagne).
- Conférences internationale sur la recherche cacaoyère Alliance des Pays Producteurs de Cacao, Stephen Austin and Sons Ltd, Hertford (Grande-Bretagne).
- Marchés tropicaux et méditerranéens - R. Moreux et Cie, Paris (France).