LES PLANTES OLEAGINEUSES TROPICALES ET SUB-TROPICALES

Jean-Pierre MARTIN
Directeur de Recherches ORSTOM.

Cours E.N.S.A. - ABIDJAN 1969 - 1970

PLAN DU COURS

Introduction

LE COCOTIER

Page

A. LA PLANTE

I Origine et Dispersion 2

II Variétés 3

III Développement 3

IV Génétique et Amélioration 8

V Centres de Recherches 15

B. SON ECOLOGIE

I Climat 15

II Sol 17

C. SA CULTURE

I Mise en place 18

1) Préparation du terrain 18
2) Préparation du matériel végétal 18
3) Plantation 20

II Entretien de la plante 21

1) Soins divers 21
2) Nutrition minérale 23
3) Conduite de la cocoteraie 25
4) Lutte contre les ennemis 27

D. PRODUITS, PRODUCTION ET COMMERCE

I Les Produits et leur utilisation 29

II Technologie des produits 31

III Production et commerce 33

Bibliographie 34

Planches 35

LE PALMIER A HUILE

	Page
A. LA PLANTE	
I Botanique et Variétés	38
II Développement de la plante	40
III Génétique et Sélection	42
B. SON ECOLOGIE	
I Climat	48
II Sol	49
C. SA CULTURE	
I Mise en place	51
1) préparation du terrain	51
2) préparation du matériel végétal	53
3) plantation	58
II Entretien de la plante	59
1) soins divers	59
2) nutrition minérale	61
3) lutte contre les ennemis	64
4) récolte	68
III Problèmes d'exploitation	69
D. TRAITEMENT DES PRODUITS - ECONOMIE	
I Technologie	71
II Produits et utilisation	73
1) huile de palme	73
2) palmistes	74
3) sous produits	74
III Production et Commerce	74
Bibliographie	76
Planches	77

L'ARACHIDE

		Page
A.	LA PLANTE	
I	Origine et Histoire	85
II	Botanique et Variétés	86
III	Biologie	92
IV	Génétique et Amélioration	93
B.	SON ECOLOGIE	
I	Climat	96
II	Sol	97
C.	SA CULTURE	
I	Techniques culturales	97
II	Nutrition minérale	101
III	Lutte contre les ennemis	103
D.	TRAITEMENT DES PRODUITS ET ECONOMIE	
I	L'arachide d'huilerie	105
II	L'arachide de Bouche	106
III	Economie	106
Bibliographie		107

LE SESAME

I	La Plante	108
II	Sa culture	109
III	Son utilisation	109

LE SOJA

I	La plante	110
II	Sa culture	111
III	Son utilisation	112
Bibliographie		113

Les plantes oléagineuses sont extrèmement importantes pour l'homme, qu'elles intéressent l'alimentation locale,ou offrent des possibilités de transformation en produits nécessaires à la vie moderne. Si l'on met à part l'olivier, qui est plus méditérranéen que sub-tropical, (il peut pousser dans certaines conditions, mais fructifie mal) et les aleurites, dont l'huile n'a qu'un usage industriel et la production est étrangère à l'Afrique (sauf quelques plantations en altitude à Madagascar), les oléagineux tropicaux ou sub-tropicaux intér essent toute l'Afrique, principalement le cocotier, le palmier à huile et l'arachide ; le sésame, et surtout le soja, sont beaucoup plus secondaires pour ce continent.
A l'échelon mondial, c'est l'huile de soja qui tient la première place, depuis longtemps, dans la production des matières grasses d'origine végétale. L'huile de coco, ou coprah venait . en second en 1960, mais seulement au quatrième rang en 1964 ; il est vrai que l'huile d'arachide, l'huile de coton et l'huile de coprah ont des productions assez voisines et que, selon les années, leur ordre de classement change. Derrière ce peloton, viennent les huiles d'olive et de tournesol, suivies de l'huile de palme.

(Production mondiale en milliers de tonnes métriques.)

CORPS GRAS	1960	1961	1962	1963	1964	1964 (%)
1. Beurre et ghee...	4.288	4.414	4.508	4.412	4.450	13,37 %
2. Lard	4.013	4.112	4.147	4.171	4.065	11,76 %
3. Suifs et graisses..	3.262	3.378	3.358	3.625	3.930	11,37 %
4. Huile de soja ...	2.845	2.749	3.154	3.303	3.410	9,86 %
5. — d'arachide .	1.891	2.064	2.180	2.315	2.340	6,77 %
6. — de coton ..	1.924	2.004	2.078	2.215	2.280	6,60 %
7. — de coprah .	2.142	2.162	1.965	2.122	2.160	6,25 %
8. — d'olive	1.270	1.432	1.479	1.004	1.920	5,55 %
9. — de tournesol	1.230	1.386	1.657	1.621	1.520	4,40 %
10. — de palme .	1.168	1.180	1.182	1.240	1.235	3,57 %
11. — de lin	993	967	988	994	1.040	3,01 %
12. — de colza ..	833	1.007	1.004	896	860	2,49 %
13. — marines ...	406	558	633	555	630	1,82 %
14. — de palmiste.	427	425	420	445	450	1,30 %
15. — de sésame .	367	338	404	405	400	1,16 %
16. — de castor (1)	232	235	239	241	260	0,75 %
17. — de maïs ...	168	172	188	201	220	0,64 %
18. — de baleine .	380	388	354	258	210	0,61 %
19. — de Babassu.	60	64	62	64	65	0,19 %
20. — d'abrasin .	39	31	37	27	35	0,10 %
21. — d'Oïtica ...	20	16	21	7	14	0,05 %
22. Divers	250	250	300	300	300	0,87 %
TOTAL (sans la Chine).	28.208	29.331	30.353	30.421	31.800	—
Chine Populaire	2.851	2.611	2.615	2.679	2.770	8,01 %
TOTAL MONDIAL...	31.059	31.942	32.968	33.098	34.570	100 %

(estimations F.A.O.)

(1) castor oil : huile de RICIN

LE COCOTIER

Le cocotier est connu de tous ; il est l'arbre le plus répandu au monde et, si pour l'homme des régions intertropicales il est depuis longtemps connu pour l'eau de son fruit et les usages de sa chair, il ne l'est pas moins pour l'homme des zones tempérées, pour qui sa haute silhouette évoque les lointains enchanteurs.
L'essor de sa culture est cependant récent, lié, comme pour bien d'autres productions végétales, au développement de la technologie à la fin du siècle dernier. C'est la découverte, vers 1890, de la possibilité de produire des "beurres végétaux" à partir de l'huile de coprah qui donna tout son intérêt à cette plante jusque là peu utilisée, si ce n'est localement.

A - LA PLANTE

I - ORIGINE ET DISPERSION

Baptisé par LINNE "COCOS NUCIFERA", le cocotier fait quelque mystère de son origine. Il n'en existe ni types sauvages, ni peuplements spontanés. Certains botanistes ont soutenu une origine sud-américaine, un des arguments les plus forts étant que tous les palmiers proches du cocotier sont, à l'exception du palmier à huile, natifs de ce continent. Mais l'hypothèse la plus vraisemblable est celle d'une origine située dans le sud-est asiatique ; on peut en effet remarquer que 90 % des insectes spécifiques du cocotier sont mélanésiens, et que le crabe du cocotier, crustacé associé à cette plante en Mélanésie et Polynésie, présente une graisse très voisine de celle du coco, ce qui indique un long voisinage avec son hôte. D'autre part, des noix de coco fossiles ont été trouvées en Nouvelle Zélande et en Inde.

Cocos nucifera appartient à la tribu des Cocoïnés, de la famille des Palmacées.
On considère actuellement que le genre Cocos ne comporte qu'une seule espèce.

Celle-ci est très dispersée dans toute la zone intertropicale et couvre environ 3 millions $\frac{1}{2}$ d'hectares, composés de plantations villageoises plus

que de cocoteraies de type industriel. Malgré des développements importants en Afrique depuis quelques temps, c'est une culture essentiellement asiatique et océanienne.

II - VARIETES

En fait, il est assez difficile de parler de variétés à propos d'une plante à fécondation généralement croisée. On se trouve surtout en face de populations, dont la grande dispersion a fait apparaître de véritables "types écologiques".
Une classification digne de ce nom reste encore à faire, aussi faut-il nous contenter de les grouper en deux catégories basées sur des caractères de fécondation :

1) les variétés allogames : ce groupe rassemble des cocotiers divers dont les seuls caractères communs sont l'allogamie et la grande taille. Ils sont relativement tardifs, la mise à fruit intervenant 6 à 9 ans après le semis. On peut les subdiviser en deux catégories :

   - celle des cocotiers portant beaucoup de noix, de taille moyenne et ayant un faible rendement en coprah :
     par exemple le cocotier commun de l'Afrique de l'ouest (6 000 noix pour une tonne de coprah), le cocotier des Nouvelles - Hébrides (8 - 10 000 noix pour une tonne), ...

   - celle des cocotiers portant moins de noix, mais grosses, et donnant un rendement élevé de coprah : tels le cocotier Ramma des Philippines (3 500 noix pour une tonne de coprah), celui de Tahiti,...

2) les variétés autogames : ce groupe rassemble des types moins développés, mais plus précoces (3 ans pour la mise à fruit). Moins rustiques et donnant de petites noix, ces cocotiers - classés en trois couleurs vert, jaune et rouge d'après les caractères de l'inflorescence et du fruit - ont surtout un intérêt pour la sélection.

Intermédiaire entre les deux groupes (semi-grand, tardif,autofécond) la variété Aurantiaca (Ceylan)n'est cependant pas un hybride. L'eau de son fruit est très sucrée (5-6% de sucrose).

III - DEVELOPPEMENT DE LA PLANTE

C'est une Monocotylédone typique (fig. 1); malgré sa taille,l'arbre

n'a donc pas de pivot, mais des milliers de longues et fines racines , qui s'adaptent aux conditions qu'elles rencontrent. Elles peuvent donc aller s'alimenter en profondeur si nécessaire ; mais, généralement, les racines jouant un rôle effectif dans l'alimentation minérale se contentent d'explorer une zone superficielle. Leur nombre est en rapport avec le développement de la base du tronc, appelé bulbe radiculaire, mais dépend aussi étroitement des conditions édaphiques ; on en compte de 2 à 10 000, ayant, pour les racines primaires, un diamètre inférieur à 1 cm pour une longueur de 5 à 10 mètres. Ces racines ne sont pas absorbantes ; elles portent des racines secondaires, elles même ramifiées, les radicelles formant les véritables organes d'absorption, car il n'y a pas de poils absorbants.

Les racines d'ordre 1 et 2 portent à leur surface de petits organes dont le rôle est d'assurer les échanges gazeux : les pneumatophores.

- le tronc ou stipe : sa structure correspond à celle que l'on rencontre chez les Monocotylédones arborescentes, c'est à dire qu'il n'y a pas de cambium produisant des tissus secondaires, mais un très grand nombre de faisceaux libéro-ligneux primaires qui sont entourés de tissus fibreux. Cet ensemble fibreux, noyé dans un parenchyme a petites cellules, confère au stipe à la fois de la souplesse et de la rigidité. Quoique portant les traces des feuilles disparues, le stipe est presque lisse ; très renflé à la base - jusqu'à atteindre 1 m de diamètre - il dépasse rarement 30/40 cm de diamètre à hauteur d'homme, ce diamètre étant une caractéristique variétale susceptible de traduire les conditions écologiques; si celles-ci sont favorables, le stipe est plus gros.
  Sa hauteur varie avec les variétés, atteignant fréquemment 20-25 mètres. Les conditions écologiques ont une action sur l'élongation, ce qui entraîne que les arbres les plus grands sont les plus productifs. La croissance est relativement lente puisque sur 15 ans on a mesuré une élongation annuelle moyenne de 23 cm, cette élongation allant en diminuant avec le temps.
  L'arbre ne possède qu'un seul bourgeon terminal, minuscule point végétatif, heureusement bien protégé, dont dépend la vie du cocotier.

- les feuilles : une trentaine de feuilles, ou palmes, mesurant 5 à 6 m et pesant 10 à 15 kg, couronnent d'un panache le stipe d'un cocotier adulte.
  Ces feuilles dites composées pennées, comprennent un fort pétiole, plus ou moins creusé en gouttière et qui s'ancre solidement sur le stipe, prolongé par un rachis sur lequel sont insérés 200 à 230 folioles ; il y a généralement 5 à 10 folioles de plus d'un côté. Ces folioles qui ont la structure anatomique classique d'une feuille très différenciée, peuvent dépasser 1m30; nervurées et souples, elles s'attachent solidement au rachis en formant un V.

La distinguant du palmier à huile, une feuille du cocotier n'a pas d'épines sur le pétiole et ses folioles sont sur un seul plan.

La croissance des feuilles est lente ; on compte cinq années entre le bourgeon initial et la mort naturelle de la feuille, que l'on peut partager en trois étapes :

- une phase juvénile, à l'issue de laquelle la feuille ne mesure encore que 10 cm, et qui dure deux années.
- une phase d'élongation rapide qui porte la feuille à plusieurs mètres en quelques mois.
- une phase adulte, qui correspond à la fin de la croissance et se prolonge pendant deux ans ou un peu plus.

En conditions moyennes, un arbre adulte compte de 20 à 30 feuilles ouvertes et autant de feuilles non ouvertes qui forment la flèche. Les feuilles ouvertes se répartissent à peu près en

5 feuilles dont l'inflorescence correspondante n'est pas différenciée
20 feuilles portant une inflorescence
5 ou plus dont les fruits ont été récoltés.

La Phyllotaxie est presque 2/5 (fig 2), c'est à dire qu'en suivant la spirale d'implantation des feuilles il faut faire 2 tours et compter 5 feuilles pour en trouver deux superposées ; pas très exactement d'ailleurs, car la feuille 6 se trouvera un peu à gauche de la feuille 1 si la spirale est lévogyre, et un peu à droite si elle est dextrogyre. Le sens de la spirale, qui n'est pas un caractère héréditaire, influe aussi la distribution des folioles : elles sont plus nombreuses du côté droit de la feuille (pour un observateur dos au stipe) si la spirale est lévogyre, et inversement ; c'est aussi à droite de la feuille que P endra le régime dans le premier cas.

La connaissance de la phyllotaxie est indispensable pour le prélèvement du matériel necessaire au diagnostic foliaire. Sur un cocotier de moins de 4 ans on choisi la feuille 9, et ensuite la 14 (qui sera au dessous - voir fig. 2) ; on les identifie avec sureté en sachant que sur un cocotier adulte la feuille 9 porte une inflorescence non encore ouverte et que la feuille 14 - dont le limbe est horizontal et la projection au sol la plus grande, porte des noix de la taille du poing. Le prélèvement consistera en 2 X 3 folioles de la partie médiane,

sur au moins 25 arbres, dont on conservera une dizaine de centimètres de la partie centrale, débarassés de la nervure, nettoyés, ces échantillons sont séchés aux infra-rouges à moins de 105° C.

- les inflorescences : le cocotier est monoïque, mais les inflorescences comprennent des fleurs mâles et des fleurs femelles. A chaque feuille correspond une ébauche florale, mais toutes n'évolueront pas.
  Avant qu'elle ne s'épanouisse, l'inflorescence est enclose dans une longue bractée, ou spathe (1,20 sur 0,15 de diamètre dans sa partie la plus large) qui va se fendre le long d'une de ses raînures ; l'inflorescence, ou spadice, est divisée en de nombreuses branches appelées rachilla, chaque rachilla étant un long épi couvert d'abondants boutons sessiles ; à la base, il y a une ou plusieurs fleurs femelles formant des boutons globuleux, verdâtres, d'environ 25 mm de diamètre. Au dessus, les boutons sont plus petits (8 mm), coniques, jaune crème et nombreux, ce sont les fleurs mâles. L'arrangement des pièces florales est conforme à l'organisation trinaire des monocotylédones (fig. 3).

Le développement de l'inflorescence est lent. Formé très peu de temps après celui de la feuille, le primordium floral se développera en un modeste organe de quelques centimètres au cours des deux premières années. Après la phase d'élongation rapide de la feuille, l'inflorescence va s'allonger à son tour. Les fleurs femelles sont ébauchées vers le 26 e mois de l'évolution de l'inflorescence ; les fleurs mâles suivront un mois plus tard.
L'ouverture de la spathe, donc la sortie de l'inflorescence, se fait un an après la différenciation des fleurs femelles,et il faudra encore compter un an avant que les fruits soient mûrs. Chez les variétés allogames, les plus nombreuses, les fleurs mâles s'épanouissent un mois avant les fleurs femelles - en commencant par les extrémités - et seront complètement fanées losque celles-ci s'épanouiront à leur tour ; la pollinisation sera donc obligatoirement croisée. Ces diverses étapes sont à l'échelle de la lenteur de développement du cocotier : le temps d'émission du pollen, affecté par l'environnement, peut-être de 18 à 22 jours alors que la phase femelle ne durera que 6 à 15 jours. Cette phase débute par l'écartement des 3 stigmates qui deviennent gluants ; leur brunissement marque la fin de leur réceptivité.
Le vent,mais plus souvent les insectes, assurent la pollinisation ; ceux-ci sont attirés par le nectar que secrètent les trois glandes que constitue le pistil atrophié des fleurs mâles. Bien qu'il y ait 3 carpelles, un seul ovule

est normalement fertile.
La pollinisation croisée ne se fait pas obligatoirement entre arbres différents ; en saison sèche, l'intervalle entre les ouvertures de deux inflorescences successives peut-être assez court pour que la fécondation se fasse entre ces deux inflorescences.

Chez les variétés nana, la phase femelle commence seulement une semaine après la phase mâle et finit en même temps qu'elle, ce qui fait que ces variétés sont généralement autogames.

Si chaque feuille est capable de produire une inflorescence on constate cependant un certain taux d'avortement en relation avec la jeunesse de l'arbre, et par la suite avec les conditions de nutrition ; on signale aussi un avortement d'ordre génétique.

Le nombre de fleurs femelles par inflorescence est un facteur de production ; les conditions climatiques et la nutrition minérale ont une action très nette sur ce nombre . Mais toutes les fleurs fécondées ne vont pas évoluer en noix ; ainsi, sur des arbres de 7 ans ayant donné en Côte d'Ivoire une moyenne de 7 inflorescences de 20 fleurs, on n'a récolté que 54 noix, soit 2 fruits pour 5 fleurs environ.

- le fruit : la noix de coco est un fruit à noyau ou drupe, renfermant une seule graine entourée d'un endocarpe ou coque (qui présente trois côtes longitudinales) et d'un mésocarpe fibreux ou bourre, recouvert d'un épicarpe (Fig. 4).
Les fruits sont groupés en régimes d'une dizaine de noix ou plus.
Formes et grosseurs sont des caractères variétaux. La noix commune pèse de 1 à 1,5 Kg. pour un volume moyen de 4 à 5 litres.

La graine comprend essentiellement un albumen blanchâtre, brillant, de 1 à 2 cm d'épaisseur et qui constitue la partie oléagineuse de la plante ; un liquide opalescent, l'eau de coco, qui remplit aux 3/4 la cavité centrale ; et un embryon de $\frac{1}{2}$ cm, logé sous l'un des trois pores germinatifs, situés à la partie distale de la noix (côté point d'attache).

Le développement du fruit (thèse de HENRY 1957) est le suivant :

il y a une première phase liquide : le sac embryonnaire devient cavité centrale et il se forme un amas pâteux de cellules. Vers le 8 ème mois, ce sont des cellules libres, très actives aussi, qui flottent dans le lait de coco ; l'albumen, d'abord gélatineux, va se solidifier et les dépôts commencent à l'opposé de l'embryon. C'est quand l'albumen arrive à ce stade d'organisation que

la noix a atteind sa taille.
Dans une jeune noix, l'eau de coco se trouve sous une pression de 5 athmosphères. Elle contient des sucres et des substances de croissance qui en ont fait un milieu de prédilection pour les cultures in vitro.

La germination se fait dès qu'une noix tombée à terre trouve les conditions favorables. Il faut cependant remarquer que les noix de nain germent beaucoup plus vite que celles de grand. On notera une particularité de cette germination ; la partie médiane de l'embryon s'allonge, ce qui repousse la plantule en dehors de la graine alors que de l'autre côté se développe une masse bulbeuse qui va digérer progressivement l'albumen de la noix ; ce suçoir est appelé haustorium ; en 6 semaines il remplit la cavité de la noix et au bout de 10 mois l'albumen est entièrement digéré.
La germination de la graine de coco est vigoureuse, facilitée en celà par les réserves de l'albumen et de l'eau de noix (Fig. 5, 6 et 7).

IV - GENETIQUE ET AMELIORATION

Le cocotier ne se prête guère aux progrès rapides dans la connaissance de ses caractéristiques héréditaires. Celà tient à des raisons qui se dégagent de ce que nous avons vu de son développement :

- allogamie d'où populations d'individus très hétérozygotes, et dont il est difficile d'appéécier ce qui revient au patrimoine génétique et ce qui relève de l'environnement;
- longueur de la phase improductive ;
- faible coefficient de multiplication et difficultés matérielles pour réaliser des pollinisations contrôlées;
- dimension de la graine et trop grande facilité de germination.

Ce sont les travaux entrepris depuis longtemps en Inde et à Ceylan qui permettent de dégager quelques idées directrices.

1) génétique : étant donné la nature et le comportement du matériel, ce qu'il est important de pouvoir déterminer avec précision, c'est l'héritabilité des caractères, autrement dit la part de variance due au patrimoine génétique et donc transmissible ; exprimée par le rapport de la variance génotypique sur la variance phénotypique (c'est à dire variance génotypique + variance due au milieu + variance erreur), l'héritabilité est d'autant meilleure

qu'elle se rapproche de l'unité. Selon LIYANAGE et SAKAI (1961) l'héritabilité des 4 caractères principaux, calculée sur une population de Ceylan est la suivante :

- coprah total : 0,67
- précocité de floraison : 0,33
- nombre de noix : 0,48
- coprah par noix : 0,95

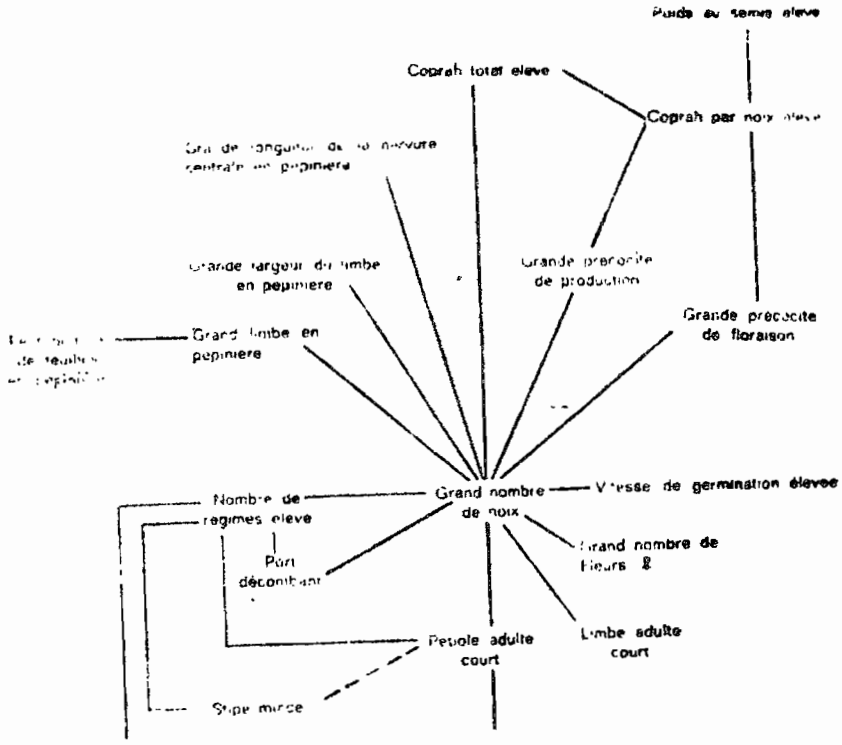
L'IRHO utilise les corrélations entre arbres-mères et descendants et observe ainsi :

- coprah total $r = + 0,4094$
- nombre de noix $r = + 0,2937$
- coprah par noix $r = + 0,7186$
- nombre de régimes $r = + 0,1273$

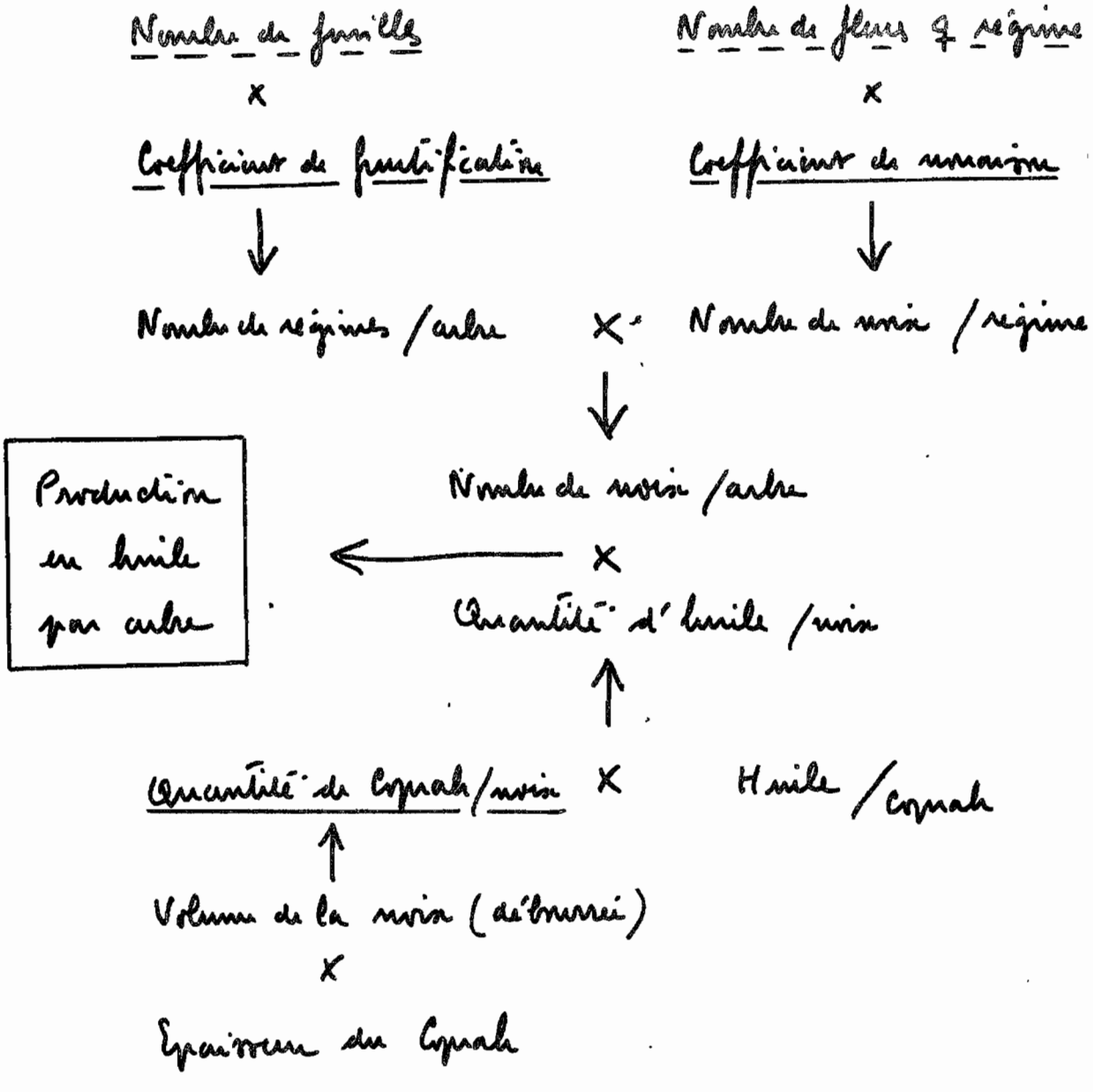
Ces résultats concordent et montrent que ce sont le coprah total et surtout le coprah par noix qui pourront permettre une sélection massale basée sur des choix phénotypiques.

L'observation des corrélations entre caractères facilite le choix des plantes-mères et permet d'orienter la sélection.
D'une étude très complète réalisée à Ceylan, il ressort qu'il est désirable de choisir des arbres-mères donnant des fruits lourds, à germination rapide et fournissant en pépinière un pourcentage élevé de plants vigoureux.

L'étude entreprise par l'IRHO en Côte d'Ivoire depuis 1954, commence déjà à éclairer les relations existant entre les caractères du plant en pépinière, ceux de l'arbre adulte et la productivité. Ces liaisons sont résumées dans le schéma suivant :



2) <u>sélection</u> : Dans la pratique le but à atteindre est d'accroître la quantité d'huile produite à l'hectare, et le sélectionneur devra donc avoir une vue d'ensemble des facteurs qui interviennent, de leur valeur relative, et de leur possibilité d'amélioration. On peut en dresser le tableau suivant :



(les facteurs soulignés — présentent des variations ouvrant des possibilité , alors que ceux soulignés --- sont peu variables,donc peu suceptibles d'une amélioration) En ce qui concerne l'amélioration du cocotier ouest-africain, entreprise depuis 1952 à Port Bouet,elle a commencé par une observation du matériel local dont le tableau ci-après emprunté à l' IRHO , résume les caractères.

CARACTÈRE	MOYENNE PHÉNOTYPIQUE	VARIATION EN % de la moyenne	OBSERVATION
Coprah total	12,7 kg	42,1 %	Héritabilité faible.
Nombre de noix	78	65,9	Héritabilité très faible.
Coprah par noix	162 g	16,2	Héritabilité forte.
Nombre de régimes	9,4	49,7	
Nombre de fleurs ♀ par régime	22,4	72,0	
Coefficient de frutification	0,68	32,1	
Coefficient de nouaison.	0,321	28,3	N^lles-Hébrides ... 0,25 Malaisie 0,22
Poids coprah/poids de noix débourrées	0,32	?	Rennel Bellona .. 0,20 Polynésie Atoll . 0,30
Temps mis par la noix pour germer	112 jours	15,1 %	
Nombre de feuilles/an..	13,8	11,2	
Longueur du pétiole ...	169 cm	7,9	
Longueur du limbe	468	6,2	

Ce matériel offre peu de variabilité génétique, ce qui ne surprend pas quand on sait qu'il est issu de quelques noix seulement, importées par les Portugais au XVII e siècle et que par conséquent plusieurs générations ont été soumises à un "inbreeding" accentué, ce qui se traduit par un nombre élevé d'albinos dans les germinations.
Une première étape dans l'amélioration de ce matériel a consisté à rechercher les meilleurs producteurs et de tester leurs descendances. Mais la pauvreté génétique de ce matériel justifie les efforts en cours pour élargir, par des introductions, les bases de son amélioration.

L'introduction de types nouveaux n'est pas des plus faciles, d'abord parce qu'elle doit représenter la variation existant sur le lieu d'origine, (1 000 noix sont souhaitables par introduction), ensuite parce que les importations de noix sont de ce fait difficiles et coûteuses. Aussi procède-t-on également à des introductions de pollen, les deux techniques se complétant. Depuis 1961, grâce à la FAO, s'est constitué un cadre d'échanges de noix et de pollen appelé "Coconut Germ Plasm Exchange".
D'une façon générale, le matériel local se montre supérieur aux introductions. Aussi l'avenir est-il dans une autre direction : celle de la réalisation d'hybrides.

L'intérêt des croisements nains x grands et reconnu depuis longtemps; ils permettent

- un gain de coprah par noix et en nombre de noix, ce qui est une conséquence de l'hétérosis manifesté par les hybrides.
- une amélioration de la précocité par rapport au grand
- une meilleure qualité de coprah par rapport au nain.

Ces hybrides ne peuvent guère être considérés comme des F1 car ils ne sont pas homogènes ; ils font penser au croisement d'un hétérozygote par un homozygote et, de ce fait, on devrait pouvoir les analyser et en déduire l'aptitude à la combinaison d'un arbre donné.

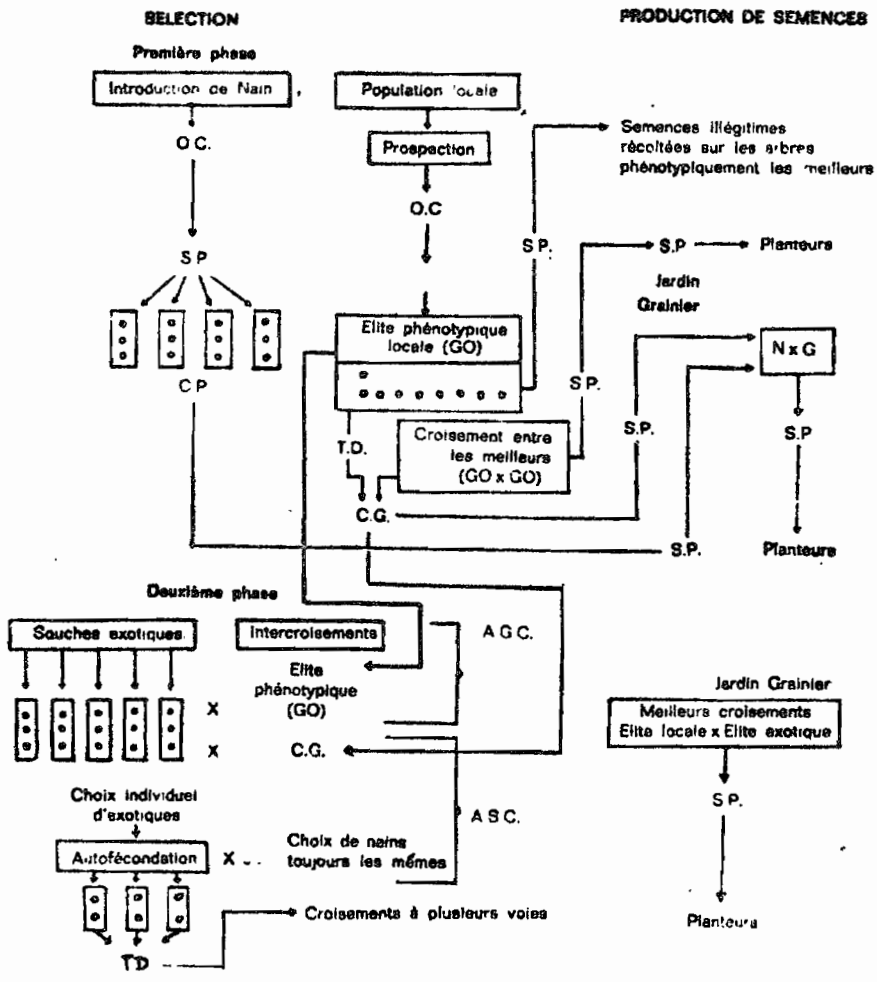
Les hybrides réalisés à Port Bouet confirment déjà l'intérêt de combiner de patrimoines génétiques différents. L'expérience, débutée en 1962, consiste à comparer les performances moyennes de types de diverses origines, entre elles, avec le local et avec diverses combinaisons hybrides ; cette confrontation se rapproche d'un test d'aptitude générale à la combinaison. Elle est complétée par un dispositif qui permet de confronter les croisements 2 à 2 d'un certain nombre d'arbres dont les performances phénotypiques sont connues, ce qui correspond sensiblement à un test d'aptitude spécifique. Les résultats en pépinière ont donné l'avantage aux combinaisons ayant manifesté le maximum d'hétérosis (souches les plus éloignées); mais après mise en place du matériel, il semble que ce soient les combinaisons du local avec les origines les plus éloignés, qui s' annoncent les plus productives (certains arbres commencent à fleurir à 3 ans à peine).

La pratique de l'hybridation n'est pas des plus simples. Il faut éliminer les fleurs mâles avant maturation des fleurs femelles, ensacher l'inflorescence castrée, surveiller l'ouverture des fleurs femelles (fenètre plastique dans le sac d'ensachage), les féconder en pulvérisant une préparation du pollen (désséché sous vide à 5°c et conservé en ampoules scellées). Comme plusieurs fécondations sont nécessaires, et que la réussite est moins bonne qu'en fécondation libre, on entrevoit la difficulté d'obtenir un grand nombre de noix hybrides.

Aussi, pour gagner du temps, tourne-t-on cette difficulté en établissant un jardin grainier, ou champ de croisements. Les fécondations se feront naturellement mais seront contrôlées : les deux types à hybrider sont plantés en rangs alternés et on se contente d'éliminer systématiquement les fleurs mâles sur les arbres qui doivent servir de mères. Un champs de cette nature, doit bien

sûr être isolé des pollens étrangers.

Le tableau ci-après, emprunté à l'I.R.H.O, récapitule les principales lignes directrices du programme en cours de réalisation à la station de Port Bouet.



A S C. — Aptitude spécifique à la combinaison.
A G C — Aptitude générale à la combinaison
T.D. — Test de descendance.
C P - Choix phénotypique.
C.G. — Choix génotypique.
O.C. — Observation des caractères.
S.P. - Sélection sur pépinière.

V - CENTRES DE RECHERCHES

Les recherches sur cocotier sont caractérisées par une remarquable coopération internationale, en tête de laquelle il faut mentionner l'Office régional de la F.A.O pour l'Asie et l'Extrême Orient (Bangkok); c'est à lui que revient la création du "Germ plasm exchange".

Le plus ancien organisme de recherches spécialisé sur le cocotier est " The Coconut Research Institute of Ceylan"

L'Inde dispose de deux stations centrales au Kerala, et l'Indonésie d'un " Institut de recherches sur le cocotier et autres plantes à huile " très important. Aus Philippines trois organismes se partagent les recherches. D'autres centres de recherches existent à Trinidad, à la Jamaïque, aux îles Salomon. Enfin dans les territoires francophones l'I.R.H.O travaille en Côte d'Ivoire, au Dahomey, en Polynésie, aux Nouvelles Hébrides, au Cambodge, à Madagascar, sans compter des missions d'assistance technique dans d'autres pays d'Afrique et d' Amérique du Sud.

B - SON ECOLOGIE

Les résultats médiocres de certaines introductions montrent que les populations locales se sont adaptées assez étroitement aux conditions d'environnement qui étaient les leurs. Celles-ci peuvent donc varier dans une mesure que nous allons chercher à cerner.

I - LE CLIMAT

A de rares exceptions, les conditions climatiques convenant au cocotier se situent entre les deux parallèles de latitude : 20°. Les facteurs en cause sont essentiellement la température, la pluviosité, la lumière et le vent.

1) La température :

une température élevée et régulière est sans doute le facteur essentiel ; une moyenne mensuelle de 20° C peut-être considérée comme limite, l'optimum se situant vers 27°. Des minima journaliers inférieurs à 15° troublant la physiologie du cocotier, son extension en altitude est très limitée (600m).

Les conditions cotières en Côte d'Ivoire sont tout à fait favorables puisque les moyennes à Port Bouet sont

annuelle	26,8° C
maxima	30,1° C
minima	23,5° C (du mois le plus froid : 21,8)

2) La pluviométrie :

la régularité l'emporte sur le volume des précipitations. En dessous de 130 mm par mois, le cocotier souffre et son rendement en est affecté, à moins que la nappe phréatique puisse compenser l'insuffisance des pluies. 1500 mm bien répartis sont donc suffisants. Un excès peut d'ailleurs être nuisible, l'arbre aimant un sol bien aéré; trop de pluies peut nuire à la fécondation, lessiver le sol et réduire facheusement l'ensoleillement.

Une humidité athmosphérique relativement élevée est favorable et peut compenser dans une certaine mesure l'insuffisance des précipitations en certaines saisons.

Le bilan de l'eau dans le sol est très important à connaitre. La confrontation de l'évapotranspiration potentielle et de l'évapotranspiration effective indiquera quand se situent les déficits dont va souffrir la plante.

3) La lumière :

la durée de l'ensoleillement, en favorisant la photosynthèse, agit sur la formation de l'albumen, donc du coprah. Le cocotier est un arbre de grand éclairement et l'ensoleillement peut donc devenir facteur limitant certains mois.

2 000 heures de soleil an et 120 h/mois sont probablement des minima. Port Bouet totalise 2 320 h/an et 125 h/mois minimum.

4) Le vent :

les vents très forts peuvent causer de gros dégats, mais ce n'est pas le cas en Afrique.
Sans doute le vent joue-t-il un rôle important dans la fécondation, mais le transport du pollen n'a pas été étudié.

II - LE SOL

Plus qu'aucune autre plante cultivée le cocotier s'adapte à des conditions de sol très variées, ce qui a beaucoup contribué à la formation de types écologiques.
On le trouve souvent sur des sols sableux, pauvres en matières organiques et dont le complexe absorbant est très faible, comme c'est le cas sur la côte Ouest Africaine. Ces sols sont essentiellement un support, ayant l'avantage d'être aéré et bien drainé; l'apport d'engrais est indispensable. Les sols coralliens se rattachent à ce type de sols.

A Ceylan est en Inde, on rencontre le cocotier sur sols latéritiques pauvres en éléments nutritifs; ils sont dans ces pays exceptionnellement bien drainés pour des sols de ce type.

On trouve encore des cocoteraies sur sols alluvionaires à bonne texture en Inde et aux Philippines ; sur sols volcaniques dans ce dernier pays et en Indonésie, et sur sols très argileux - mais seulement en surface et de bonne structure aux Nouvelles Hébrides.

De cet aperçu des sols portant des cocoteraies, il ressort que les propriétés physiques sont plus importantes que les qualités chimiques.

Le cocotier demande un minimum de 1 m de sol meuble, bien aéré. Il arrive qu'en terrains sableux, à priori favorables, on ait cependant des déboires si la nappe phréatique remonte trop et stagne, ou bien si l'évolution podzolique conduit à la formation d'un alios à faible profondeur.

Le système radiculaire du cocotier étant très développé, il tire profit de tous les éléments minéraux qu'il trouve, et répond bien aux fumures quand on lui en apporte. Cette capacité d'absorption lui donne la possibilité de produire sur des sols ou aucune autre culture ne serait possible ; et, en particulier, il supporte bien des taux élevés de sodium.

C - SA CULTURE

L'établissement d'une cocoteraie doit se faire avec soins pour une raison bien simple : le cocotier a une grande longévité. Il existe encore des cocoteraies en exploitation dont la plantation remonte à la fin du siècle dernier. Ce qui détermine pratiquement la nécessité de replanter, c'est la diminution, au dessous d'un certain nombre, des arbres de la cocoteraie, par suite d'accidents, de maladies ou d'attaques parasitaires.

I - MISE EN PLACE

1) Préparation du terrain : celle-ci est d'abord fonction de la végétation présente. Que la préparation soit manuelle ou mécanique, il est deux précautions importantes qu'il est essentiel de connaître :

- après forêt, il faut redouter l'Oryctes, dont les femelles pondent dans toute matière organique en décomposition. L'incinération est donc une précaution indispensable et c'est le cas en Côte d'Ivoire.
- sur savane, c'est Imperata cylindrica qui est à craindre ; l'extirpation de cette graminée doit-être totale sinon la plantation serait condamnée à terme. Deux solutions se présentent : la destruction mécanique en épuisant la graminée par disquages répétés, ou la destruction chimique par solution acqueuse à 1,5% d'un herbicide à base de 2 - 4 - 5 T additionné d'un mouillant (1 l au m2 - bons résultats en Côte d'Ivoire).

2) Préparation du matériel végétal : en fonction de la date prévue pour la mise en place des jeunes plants, on établira le calendrier de opérations que comporte la préparation du matériel. Celle-ci est très importante, car la valeur de la cocoteraie dépend beaucoup de la qualité des plants cultivés.

La germination ne pose pas de problème. Les noix, choisies sur des arbres-mères repérés pour leurs qualités, ou issues d'hybridations, peuvent-être stokées avant la mise en germoir, afin d'uniformiser la maturation(un mois maximum pour les grands cocotiers, moins pour les hybrides et les nains). Avant mise en germoir, les noix sont entaillées afin de faciliter leur hydratation et la percée de l'épicarpe par la gemmule. L'entaillage se fait du côté pédoncule et doit-être superficiel.

- le germoir :

on appelle ainsi un emplacement dont le sol, léger et sain, est préparé pour recevoir les noix, disposées côte à côte, couchées, l'entaille au dessus et de préférence orientée ; les noix sont recouvertes de terre sur les 2/3 de leur hauteur.
On place ainsi de 30 à 40 noix au m2.

Le germoir devra être arrosé, avec de l'eau douce, matin et soir (4 - 5 l au m2/jour sont necessaires) ; un arrosage régulier est important.

Les premières germinations apparaissent après plusieurs semaines et on transplante en pépinière les noix germées (deux levées par semaine). La vitesse de germination étant critère de sélection, il faut en tenir compte, ce qui n'est possible que si les opérations ont été conduites avec rigueur.

- la pépinière :

les conditions à réaliser sont les mêmes que pour le germoir. On peut avantageusement y apporter une fumure organique et minérale de fond.

Les noix germées y sont plantées, enterrées jusqu'au collet, à raison de 3 au m2, disposées en triangles équilatéraux de 60 cm de coté.

Comme pour le germoir, on désherbe et on arrose (tous les 2 jours en saison sêche) ; de plus, il est prudent de traiter les plants une fois par mois avec un mélange insecticide et fongicide.

Le séjour en pépinière est variable ; un cocotier nain reprend mieux à 3 - 4 mois ; pour un grand, on ne dépassera pas 4 mois aux Nouvelles Hébrides, alors qu'il faut 6 mois en Afrique de l'Ouest pour avoir un plant bon à planter, c'est à dire mesurant environ 80 cm (à ce stade la première feuille commence à se découper en folioles).

Une nouvelle sélection se fait à ce stade (grosseur du collet, vigueur...) si bien qu'il faut compter deux mois pour avoir un bon plant.

Une nouvelle technique de pépinière consiste à planter les noix germées dans un sac de polyéthylène noir (perçé de trous) rempli de terre tamisée. Les sacs sont maintenus debout par appui contre un petit piquet. Ce procédé relativement plus onéreux, permet une bien meilleure reprise lors de la mise en place.

3) Plantation :

les densités sont en fait très variables, avec une tendance à toujours planter trop serré. Or, le cocotier est un arbre de lumière - c'est pourquoi on oriente les lignes dans le sens nord-sud - et, du moins en Afrique occidentale avec le matériel végétal actuel, une densité de 160 arbres/hectare est considérée comme un maximum. On a de meilleurs résultats avec 143 arbres/Ha, ce qui correspond à une plantation en triangle équilatéral de 9 m de côté (disposition plus rationnelle que celle en carré, plus fréquemment utilisée).

- trouaison :

la préparation des trous, leur fertilisation et leur rebouchage doivent être terminés au moins deux mois avant la plantation ; ce qui revient, en Côte d'Ivoire, à avoir un terrain propre et prêt au piquetage vers le premier Mars.

Le développement rapide des jeunes plants après plantation étant un facteur important de réussite, la trouaison se fera avec soin. Un trou de 90 x 90 x 90 est un minimum, lorsqu'on n'apporte pas de fumure organique. Selon la quantité de celle-ci on fera des trous plus grands ; une bonne fertilisation consiste en 50 kg de bourres et autant de fumier bien décomposé ; le tout est intimement mélangé au sol, auquel les bourres vont assurer une réserve d'eau (elles absorbent le quart de leur poids d'eau). Il est prudent de prévoir aussi un apport d'éléments minéraux, qui seront enfouis pour ne pa pas brûler les tissus fragiles du collet.

Le trou est rebouché.

Selon la nature du terrain et la profondeur de la nappe on pourra être amené à faire les trous dans un creux, ou au contraire à les surélever.

- mise en place :

elle se fera après la première grosse pluie marquant le début de la saison des pluies.

Si les plants viennent de la pépinière en sacs plastiques, la technique est simple ; on met en place après avoir recreusé le centre du trou de plantation et ouvert le fond du sac en plastique.

Mais si on transplante à racines nues, il faut opérer en évitant le dessèchement des racines. Le plant est tenu par les feuilles et on recouvre soigneusement, avant de piétiner convenablement ; il faut enterrer

ni trop, ni trop peu.

Le cocotier nain étant sensible à l'isolation, on l'abrite à l'aide de palmes piquées dans le sol et liées ensemble.

Si on craint le vent, il est nécessaire de tuteurer en disposant 3 piquets en triangle autour du plant et en les reliant pour faire une cage.

II - ENTRETIEN DE LA PLANTATION

1) Soins divers :

il ne faut pas se méprendre sur le sens de divers, car ces soins sont de la première importance, surtout au début de la plantation. Avec l'âge de la cocoteraie les travaux se réduiront considérablement.

L'entretien de la première année comportera quatre sortes de travaux :

a) l'implantation d'une couverture :

Les avantages d'une plante de couverture sont évidents étant donné le temps pendant lequel le sol restera à découvert.

Dans les conditions de l'Ouest Africain c'est une légumineuse, Centrosema pubescens, qui convient parfaitement.

On la sème en bandes, entre les rangées de plantations, au début de la saison des pluies . On sèmera, soit à la volée (20-25 kg de graines/ha), sur une bonne préparation au pulvérisateur à disques, avec enfouissement à la herse à disques ; soit à la main en poquets de 6 à 8 graines (10-15 kg/ha) distants de 50 cm sur des lignes espacées environ d'autant (pour ce faire 6 - 7 manoeuvres marchent de front, font un trou d'un coup de talon, sèment et referment en tassant au pied).

b) le contrôle des cuvettes ou des buttes, selon le cas : le collet ne doit jamais être trop enfoncé ou trop dégagé, ce qui correspond à 3 ou 4 cm de sable au dessus de la noix.

Si ce contrôle n'est pas necessaire, il y a au moins à nettoyer autour du jeune plant, pour détruire les adventices et contenir la couverture.

Il sera utile, au début de la petite saison sèche, de prévoir un paillage qui sera commodément assuré en faisant autour du plan un cercle de demi-bourres disposées le côté bombé au dessus (diamètre du cercle, environ 1,50 m).

c) la fumure minérale : il est préférable qu'elle ait été apportée dans le trou de plantation; s'il fallait faire un apport en fin de saison des pluies, on le ferait en couronne et avec précaution , à 80 cm de distance du plant.

d) la protection contre les animaux domestiques, qui sont friands des feuilles de cocotier.

Les mêmes travaux vont se continuer les années suivantes avec éventuellement lutte contre Oryctes, et remplacements.

Les résultats, en rapidité de mise à fruit et en productivité, sont très étroitement liés aux soins apportés les premières années. La rentabilité de ceux-ci apparait quand on sait qu'une plantation engage l'avenir pour 60 ans et qu'une fois la phase de production atteinte les facilités d'entretien sont telles qu'un seul homme suffit à entretenir et récolter 7 ha de cocoteraie.

A la question de savoir quand il faut rajeunir les cocoteraies agées, on peut donc répondre que la rentabilité du grand cocotier étant de l'ordre de 60 ans, le problème de la replantation se pose alors. Un abattage complet(I) avec brûlis si Oryctes est à craindre, serait la meilleure solution si le planteur n'était privé de ressources pendant plusieurs années. Le remplacement progressif, en huit années, s'est révélé plus rentable à Ceylan, pour des vieilles cocoteraies encore suffisamment productives.

(I) En l'absence d'ORYCTES l'abattage peut être avantageusement remplacé par un empoisonnement des arbres à l'aide d'un produit à base d'arsenic et de phénols de goudron (comme ceux utilisés dans les bains détiqueueurs). En versant 80 cc de solution dans un trou fait dans le tronc, le cocotier perd sa couronne en 4 semaines et se met à pourrir.

2) Nutrition minérale :

toutes les méthodes d'investigation de la nutrition minérale ne s' adaptent pas également au cocotier.

Les expériences agronomiques de fumure minérale ne conviennent guère à des plantes pérennes de cette taille.

Les analyses de sols ne rendent pas toujours compte de façon suffisamment exacte des phénomènes biologiques.

Reste à interroger la plante elle-même.

A Ceylan, les chercheurs utilisent l'analyse chimique de l'eau de la noix pour étudier la nutrition potassique. Les renseignements que donnent ces analyses se rapprochent assez étroitement de ceux obtenus par le diagnostic foliaire, méthode utilisée par l'I.R.H.O.

Les deux bases de la méthode sont :

- les niveaux critiques : on appelle niveau critique "la teneur d'un élément en % de matière sèche, au delà de laquelle une application de l'engrais approprié a beaucoup de chances de ne pas être économique".

  La détermination de ces niveaux n'est encore qu'approchée. Nous savons comment les échantillons sont prélevés; il faut ajouter qu'il n'y a pas que le rang de la feuille qui influe sur les teneurs, mais également des facteu saisonniers, les fortes pluies (elles lessivent les éléments minéraux de l feuille), le moment de la journée.

  Des milliers d'analyses, parfaitement standardisées, ont été necessaires pour donner des niveaux critiques les valeurs suivantes :

  N = 1,8 à 2,0 % de la matière sèche
  P = 0,120
  K = 0,8 à 1,0
  Ca = 0,5
  Mg = 0,3
  Na = indéterminé

  oligo Fe = 50 p p m
  Mn = 60 p p m

- les interactions : l'action d'un élément n'est pas indépendante de celle des autres ; on note des interactions comme N.P et K. Mg.

Non seulement le D.F. autorise l'interprétation des résultats obtenues en essais agronomiques, mais il permet :

- de contrôler si les fumures maintiennent une nutrition équilibrée
- de préciser s'il y a relation entre symptômes visuels anormaux et carences minérales
- de préconiser les fumures à appliquer de préférence.

a) besoins de la plante : l'exportation de 30 à 100 noix, la fabrication de 12 à 15 feuilles, et la croissance de l'arbre, représentent une consommation d'azote, de phosphore et de potassium.

- nutrition azotée : les carences azotées sont fréquentes, soit pour des raisons climatiques (déséquilibres de nutrition quand la pluviométrie est mal répartie), soit à cause du sol (sols coralliens trop riches en calcaire , sables trop pauvres an matière organique).
  L'implantation d'une couverture permanente en légumineuse donne généralement de bons résultats, de même que l'enfouissement de matière organique.
  Les apports d'azote sous forme minérale devront tenir compte de la teneur en K; si celle-ci est faible, une application de sulfate d'ammoniaque sera dépressive ; alors qu'en présence de potasse, le supplément de production sera de 28%.
- nutrition phosphatée : les carences vraies sont rares, P et N étant fortement liés. Sur arbres jeunes, l'apport de phosphate bicalcique augmente cependant significativement la production.
- nutrition potassique : les carences potassiques sont fréquentes et généralement visibles : jaunissement (mais pas uniforme comme pour le manque d'azote) accompagné de taches brunes, faciès général chétif.

  Elles sont dues aux sols qui sont rarement suffisamment pourvus pour faire face aux exportations du cocotier.
  L'apport de potasse agit sur tous les facteurs de la production et sa rentabilité est considérable : sur les sols carencés en potasse de Côte d'Ivoire, une expérience de 10 ans conduit à un gain de production de 1 150 Kg/ha, pour un apport de seulement 1,5 kg par arbre, le bénéfice annuel de l'opération se chiffrant à 30 000 F cfa (en 1964).
  Une fumure de 2 kg/arbre/an de chlorure de potasse est donc préconisée.

- il y a peu à dire du calcium et du magnésium qui ne semblent jamais manquer. Quand au sodium, il peut se substituer dans une certaine mesure, au potassium déficient.

- la problème des oligo-éléments n'existe que dans les cocoteraies des atolls, où le calcium, trop abondant, bloque le fer et le manganèse.

b) application de la fumure minérale : nous l'avons déjà mentionné; pour l'Ouest africain, c'est la fin de la grande saison des pluies qui convient le mieux; on évite un trop grand lessivage et les racines sont encore très actives.

Le mode d'application ne présente rien de bien particulier, quant aux formes d'engrais, nous les avons citées en passant.

3) Conduite de la cocoteraie :

Certaines techniques culturales ont déjà été mentionnées à propos de l'entretien des jeunes plantations.

Une mention sera faite de l'apport de matière organique que constituent les bourres. A un rendementde 2,5 t/ha de coprah correspondent 6t de bourres fraiches, représentant des chiffres non négligeables d'éléments minéraux. Si l'extraction de l'albumen se fait sur place on peut laisser bourres et coques sous forme de tapis qui se décompose lentement (6 ans). Dans le cas contraire, il est onéreux de tout rapporter, et les meilleurs résultats sont obtenus en enfouissant une partie des bourres dans les trous : 60 kg de bourres par arbre,enfouies dans un trou, fait passer le nombre moyen de noix de 7,9 à 22,1. Elles jouent surtout par leur capacité de rétention en eau.

Pour rentabiliser les jeunes plantations, deux solutions s'offrent au planteur :

- les cultures intercalaires : elles peuvent ne pas être condamnables ; les cultures vivrières, compatibles avec les conditions écologiques de la cocoteraie, sont valables les toutes premières années. Dans quelques cas de bonne pluviosité et de sols riches, une association permanente avec des cultures industrielles est possible : bananier à la Jamaïque, cacaoyer aux Samoa.

- l'élevage : c'est une solution très bénéfique pour les cocoteraies de plus de 4 ans, mais il faut disposer de parcs mobiles et éviter une surcharge ; en Côte d'Ivoire il ne faut pas dépasser 3 bêtes pour 4 ha couverts en Centrosema pubenscens.

Un grand avantage du cocotier est sa récolte échelonnée sur toute l'année : 12 à 14 régimes selon qu'il est question de "grand" ou de "nain".

Les noix sont mûres en 11 à 13 mois, mais on récoltera

- de 6 à 8 mois, pour les noix de bouche consommées pour leur eau,
- du 11e mois à maturité, pour la fabrication de coprah ,
- à pleine maturité, pour les semences.

A pleine maturité les noix sont moins lourdes et rendent un son creux ; l'épiderme est plus ou moins brun.

La récolte ne pose guère de problème que pour les noix de bouche, puisque les noix mûres tombent d'elles-mêmes.
Cependant,pour avoir une récolte plus groupée on pratique souvent la cueillette, ce qui necessite une faucille emmanchée, et le recours au grimpage à partir d'une certaine hauteur des arbres.

Le transport nécessite une certaine organisation.

Les rendements sont très variables selon les pays : 200/300 kg de coprah/ha dans les atolls de Polynésie ; le double en Inde, Thaïlande, Brésil, Togo, Dahomey ; 600 à 700 à Ceylan, en Indonésie et au Mozambique ; 8oo à 900 en Côte d'Ivoire et aux Salomon ; plus de 1 200 aux Philippines ;

mais aussi selon le matériel végétal et la conduite de la culture, comme l'illustrent les chiffres suivants, enregistrés en Côte d'Ivoire :

- vieille cocoteraie sans entretien ni fumure : 700 kg/ha
- " avec " sans " : 900
- " sans " avec " :1400
- " avec " et " :2000
- cocoteraie sélection locale

  avec entretien et fumure :2700
- champs généalogiques (à 8 ans $\frac{1}{2}$) :4000

mais dès à présent le rendement de 3t/ha peut-être considéré comme l'objectif normal d'une cocoteraie sélectionnée et bénéficiant de bonnes conditions.

4) Lutte contre les ennemis :

a) insectes nuisibles :

737 espèces, dont 165 spécifiques, mais peu réellement nuisibles.

Citons :

- Oryctes : plusieurs espèces. C'est l'adulte de ce gros coléoptère qui creuse des galeries dans le pétiole, provoquant parfois la rupture de la palme ou entrainant la mort de l'arbre par introduction de germes divers

  Les moyens de lutte sont surtout préventifs, comme nous l'avons signalé à propos de la préparation du terrain.

  Le piégeage est peu rentable. Des essais de lutte biologique avec des hyménoptères parasites et un champignon entomophyte sont en cours.

- Rhynchophores : 7 espèces dont les larves, très voraces minent tronc et pétioles. On peut les détecter à leur bruit.

  Le lutte sera surtout préventive, en badigeonnant d'un désinfectant les sections, plaies ou crevasses susceptibles d'abriter les pontes. On peut aussi, pour sauver un arbre, inoculer dans la région infestée une solution acqueuse à 1 % d'insecticide systémique.
  Alors qu'Oryctès a un rayon d'action peu étendu, Rhynchophores serait " bon voilier".

- Aspidiotus destructor : il s'agit d'une cochenille cosmopolite que l'on trouve aussi sur Citrons, Canne à sucre, etc... Les folioles attaquées se déssèchent et l'arbre perd de sa vitalité.

  La lutte biologique au moyen de coccinelles a donné des résultats dans certains pays ou elle n'était pas parasitée.

  Lorsque son parasitisme ne limite pas suffisamment la cochenille, il faut av avoir recours aux pulvérisations chimiques : parathion ...

- Chalconicles catori, la "zygène du cocotier" est endémique en basse Côte d'Ivoire ; sa chenille peut pulluler occasionnellement et dévorer de façon grave la face inférieure des feuilles.

  Le DDT est efficace en pulvérisations.

- des mineuses comme Brontispa et Promecothera sévissent en Asie du Sud-Est, ainsi que les chenilles de Nephantis serinopa, Limacodides, Brassolis sophorae et divers charançons comme Diocalandra taitensis et plusieurs

Rhina (Brésil, Madagascar)
Cette liste n'est pas limitative.

b) autres animaux nuisibles : ce sont

- les chauves-souris, qui peuvent s'attaquer aux noix, brûler les folioles de leur urne et rompre des palmes sous leur poids.
  Un seul moyen de lutte : le fusil

- les rats, qui sont aussi dangereux pour les arbres adultes, dans lesquels ils s'installent, que pour les jeunes plantules. Les appâts à base d'anticoagulants sont efficaces et il suffit d'une tablette par arbre.

- la crabe voleur, Birgus latro, dont l'adulte grimpe la nuit dans la couronne et coupe les fruits. Très comestible, sa multiplication se trouve limitée de ce fait.

c) - maladies : quoique dangereuses, elles sont encore si mal connues qu'un diagnostic différentiel est difficile à poser. Citons ;

- le jaunissement mortel, qui commence par une chute prématurée des noix et un jaunissement progressif de la couronne.
  Cette maladie, à laquelle résistent les cocotiers nains de Malaisie, a dévasté la Jamaïque. On peut la rapprocher des deux maladies suivantes :

- la maladie de Kaïncopé, du nom d'une localité du Togo. C'est la plus grave en Afrique, avec des symptômes similaires à ceux du jaunissement mortel.
  On suppose qu'il s'agit d'un virus.

- la maladie bronzée, qui sévit aux Antilles et sans doute au Kenya, et présenterait des relations avec des sols lourds mal drainés ou trop secs. La maladie, qui augmente le nombre de feuilles sénescentes, n'est pas forcément irréversible.

- la maladie de Cadang - cadang, ou "yellow spot decline " qui comme son nom l'indique, commence par l'apparition de taches jaunes sur les jeunes feuilles. La mort est lente mais inéluctable. C'est une maladie propre aux Philippines.

- l'anneau rouge, qui présente les mêmes symptômes que la maladie bronzée, mais la section du tronc fait apparaître un anneau rouge très net infesté de nématodes Rhadinaphelencus cocophilus (adultes, larves et oeufs).

La maladie inexistante en Afrique, est irréversible.

- la pourriture du bourgeon, due à Phytophtora palmivora et pour laquelle il n'existe pas de moyen de lutte

et quelques autres affections limitées.

D - PRODUITS, PRODUCTION ET COMMERCE

Les produits issus du cocotier sont d'une grande utilité, locale pour certains, d'importance économique mondiale pour ceux issus des diverses transformations.

I - PRODUITS ET UTILISATION

On peut classer les produits tirés du cocotier en trois groupes.

- l'un intéressant l'alimentation, et qui est basé sur la présence de matières grasses.
- un autre concernant l'industrie textile.
- un dernier relatif à divers produits, d'ailleurs plus secondaires.

1) Produits à base de matières grasses :
on distinguera

a) l'albumen frais : celui-ci, composé de 40 % d'huile, 43% d'eau et 17 % de matières sèches tels que protéines, hydrates de carbone, etc... est largement utilisé dans des préparations culinaires. Son goût agréable explique qu'il en est fait une certaine consommation, tel quel, en Europe.

b) le coprah : c'est l'albumen sèché, tel qu'il est acheminé vers les lieux d'utilisation. Le coprah ne contient qu'environ 6% d'eau, ce qui porte sa teneur en huile à 65 - 70%.

c) l'huile de coco et de coprah : très voisines, la première est obtenue à partir de l'amande fraîche, ce qui donne une huile blanche, très peu acide et consommable telle quelle ou simplement désodorisée.(les techniques préconisées en sont encore au stade expérimental). La seconde provenant du pressage du coprah, est plus ou moins teintée en raison de la température atteinte, et beaucoup plus acide.

Elle doit obligatoirement être raffinée si elle est destinée à l'alimentation.

Les huiles sont fluides à partir de 23 - 26° C. Parmi leurs caractéristiques, citons surtout leur indice de saponification particulièrement élevé et leur faible indice d'iode, qui font leur intérêt en savonnerie (la teneur en acide laurique donne de bonnes propriétés moussantes), et pour la préparation d'alcools gras utilisés entre autres dans l'industrie des plastifiants.

Mais en Europe, le principal usage de l'huile de coco reste la fabrication de margarines et de graisses végétales.

d) le tourteau de coprah : il faudrait dire les tourteaux, car celui issu des presses mécaniques contient 5 % d'huile, alors que par extraction au solvant avec pression moindre, il n'en reste que 1 %.

Ces tourteaux sont beaucoup plus pauvres en protéines que ceux d'arachide ou de soja, mais les premiers sont cependant appréciés pour l'alimentation du bétail et de la volaille; en particulier pour les vaches nourries d'herbe verte, ils présentent l'intérêt de raffermir leur beurre.

e) le coco rapé : de même composition que le coprah, mais avec seulement 3 % d'eau, ce produit est très utilisé en patisserie et en biscuiterie. Ceylan et les Philippines en sont les grands producteurs.

2) Produits fibreux : il s'agit des fibres de l'enveloppe, ou coïr, qui ont de grandes qualités. On retiendra que pour cet usage, les noix sont récoltées vertes et que leur graine ne peut donc qu'être consommée localement.

3) Produits divers :

a) la coque :

- finement broyée, on l'utilise comme charge dans l'industrie du linoléum et d'autres revêtements de sol.
- carbonisée, on en tire un charbon utilisé comme absorbant des gaz et des vapeurs.

b) l'eau de coco : boisson lorsque la noix est fraîche, elle peut aussi être récupérée pour la nourriture du bétail au moment de la préparation des noix.

c) la sève : il s'agit de la sève de l'inflorescence, que l'on obtient par léger martèlement et incision de celle-ci. La production dure 8 mois par an, un arbre donnant environ 227 l d'une sève contenant 12 à 15 % de sucrose (conditions de Ceylan) ; on en arrive ainsi à une production de 6 tonnes de sucre/ha/an.

La sève est utilisée

- pour préparer du sirop ou du sucre brut (le problème à résoudre est d'éviter la fermentation de la sève, ce qui est possible en revétant l'intérieur des pots de collecte d'un lait de chaux).
- pour faire des boissons fermentées : le liquide fermenté contient 5 - 8 % d'alcool et est agréable.
  Par distillation on obtient l'arrack. Ceylan distille environ 30 millions de litres de sève.
- pour confectionner du vinaigre : Ceylan a mis au point une technique donnant un produit de qualité.

II - TECHNOLOGIE DES PRODUITS

1) Production de l'huile de coprah

a) préparation du coprah : après 2 à 4 semaines de stokage en tas ombragés, les noix sont tout d'abord défibrées, ce qui se fait généralement à la main, sur un pieu de défibrage, et sur le lieu même de la récolte.
L'ouverture de la noix se fait le mieux par un coup sec d'une barre de fer rond de 2 cm de diamètre . Il est souhaitable que cette opération se fasse sur une aire dite de préséchage, qui est une aire de béton d'environ 9 X 9 m dont la pente et un caniveau périphérique permettent de collecter l'eau des noix et sur laquelle les demi-noix restent exposées au soleil une journée.
Ensuite vient le séchage de l'amande, qui est facilement extraite quand elle s'est suffisamment rétractée. Le séchage peut se faire au soleil sur des claies, à condition que la climatologie s'y prête, ou mieux dans des fours, dont on distingue deux types :

- les séchoirs à fumée, dans lesquels les gaz de la combustion et la fumée traversent la masse à sécher. Le modèle recommandé est

celui de Ceylan, expérimenté à Port-Bouet, et qui comporte essentiellement, sous une toiture en tôle, une grille à coprah placée à 1,20 m au dessus de plusieurs éléments de foyers ; l'astuce consiste à placer les demi- coques vides qui servent de combustible, en les imbriquant pour constituer deux rangées par foyer ; chaque rangée brûle comme une mèche et , suivant le nombre de mèches allumées on règle facilement la température qui ne dépasse guère 55° C.

On fait 8 ou 9 flambées en 5 jours ; l'albumen n'est retiré des coques que le 3ème jour et le coprah retourné plusieurs fois.

Avec 7 500 noix par changement, le four monté à Port-Bouet a une capacité annuelle de 70 t. de coprah de très bonne qualité ; le chauffage necessite les 3/5 des coques.

- les séchoirs à air chaud : ce sont généralement des appareils industriels de plus ou moins grande capacité, séchant le coprah en moins de 36 h. A signaler le séchoir des Seychelles, qui est une simple chambre carrée avec des rayonnages et un fourneau central fabriqué avec un fût; les résultats sont excellents.

b) conservation et transport du coprah : sèché correctement, la conservation du coprah ne devrait pas poser de problèmes. Pour l'améliorer, on préconise de laver à l'eau douce ou à l'eau de mer, les demi-noix après leur ouverture; on élimine ainsi la couche visqueuse qui attire les insectes et favorise les moisissures.

On doit regretter l'absence de normes internationales.
Le coprah est payé sur la base de son état à l'arrivée.

c) huilerie : en raison de sa consistance,le coprah doit subir un broyage poussé, puis un chauffage (110° maximum) ce qui ramène l'humidité à 1 % à l'entrée dans la presse.

La pression hydraulique a été abandonnée.

On utilise soit des presses à vis en continu, soit une pré-pression en continu suivie de l'extraction par solvant des tourteaux. Dans le premier cas, il reste 5 % d'huile dans ceux-ci, et seulement 1% dans le second. Mais étant donné la richesse en huile du coprah, cette différence tombe à moins de 2 % par rapport au poids de l'amande ,

ce qui ne justifie pas necessairement l'emploi d'un procédé plus couteux et dangereux (le solvant, l'hexane, est explosif).
L'huile brute est filtrée, centrifugée, neutralisée, décolorée et désodorisée.

2) Production du coco rapé : les amandes, fraiches et de bonne qualité sont pelées (ce qui peut se faire mécaniquement), puis lavées, brisées, broyées et séchées à l'air chaud.

Bien qu'elle ne soit qu'un appoint, cette production représente 120 000 t. pour Ceylan et les Philippines.

3) Sous produits : pour mémoire, le coïr et accessoirement la carbonisation

III - PRODUCTION ET COMMERCE

Rappelons que le cocotier est la culture arbustive la plus répandue dans le monde. De cueillette elle est devenue, partiellement au moins, culture industrielle.

Les 3 370 000 t. de coprah qui auraient été produits, selon la F.A.O, en 1964, se répartissent ainsi :

Extrème-Orient	79,52 %	dont Philippines 43% (Ceylan, Inde, Malaisie)
Océanie	9,20 %	(Nouvelle Guinée et Océanie française)
Amérique	7,72 %	(Mexique)
Afrique	3,56 %	(Mozambique pour la moitié)

(les productions de Thailande et du Brésil sont consommées localement)

Le commerce mondial du coprah tend à fléchir en raison de l'augmentation de la consommation locale et de l'industrialisation des pays producteurs; en revanche les exportation d'huile brute sont en augmentation. Alors que le coprah constituait autrefois les 3/4 des exportations, l'huile est près d'atteindre maintenant le 1/3 de celles-ci.

Les superficies plantées atteignaient I7 650 ha en I968, dont 8 I30 étaient récoltés, donnant une production équivalente à 7 500^{t}de coprah.
4 825^{t} ont été achetées par l'industrie au prix moyen de 33 F.

Un effort financier de I602 millions est prévu dans la loi programme triennale I970/72 pour la réalisation de

4 000 ha dans le sus-ouest

3 500 ha de blocs industriels dans le sud

3 000 ha de plantations villageoises dans le nord

ainsi qu'un traitement expérimental du coïr en I97I, et l' nstallation d'une usine en I972.

L'Europe est le meilleur client pour le coprah, suivie, de loin, par les Etats Unis, le Vénézuela et le Colombie (ces deux pays pourraient devenir producteurs), le Japon et l'Inde.

Comme importateurs d'huile de coco, ce sont les Etats Unis qui viennent en tête, si bien que ce pays est finalement le meilleur client du cocotier.

Pour les tourteaux, c'est l'Europe occidentale qui est de très loin le principal importateur.

Pour le coco rapé, les Etats Unis devancent l'Europe.

En ce qui concerne le prix, le coprah des pays francophones est protégé à l'entrée en France, par un droit de 3 % sur les coprah étrangers. Il en est de même aux U.S.A pour le coprah des Philippines.

Pour terminer, un mot des projets ivoiriens en cours de réalisation. Les objectifs du plan cocotier sont de faire passer les surfaces de 13 500 ha (1967) à 72 500 en (1980) et la production de coprah de 3 500 t (1965) à 63 000 t (1980).

	1965	Fin 1967	Plant. 68/69	Fin 1970	Planta. 71/75	Fin 1975	Planta. 76/80	Fin 1980
Superficies								
plant. villagoises.		11450 ha	3000	14450	15500	29950	24000	53 950
blocs industriels.		2050	5000	7050	10500	17550	1000	18 550
Total		13500	8000	21500	26000	47500	25000	72 500
Production								
surfaces				9100		15000		40 500
coprah	3500 t			6400 t				63 000 t

BIBLIOGRAPHIE

FREMOND, Y ; ZILLER, R et DE NUCE DE LAMOTHE, M.

Le Cocotier

G.P. Maisonneuve et Larose (1966)

Rapports I.R.H.O.

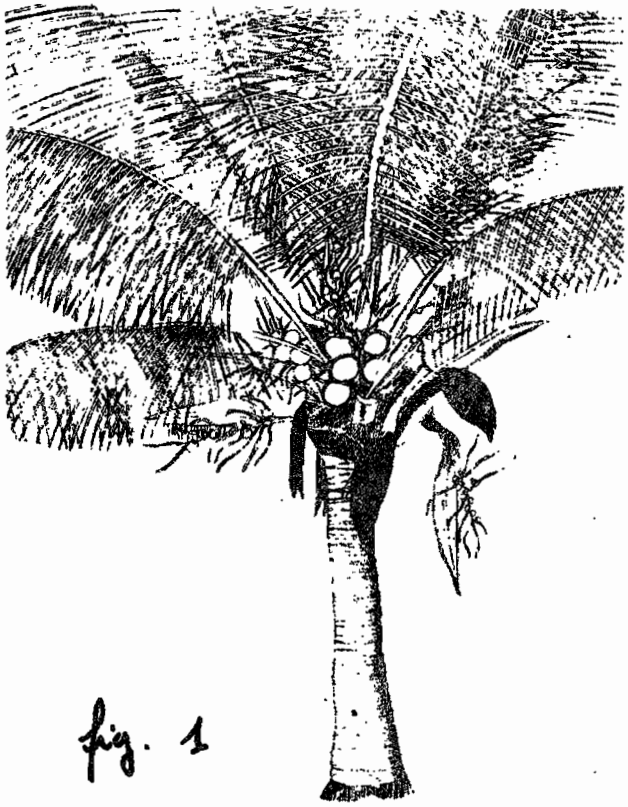


fig. 1

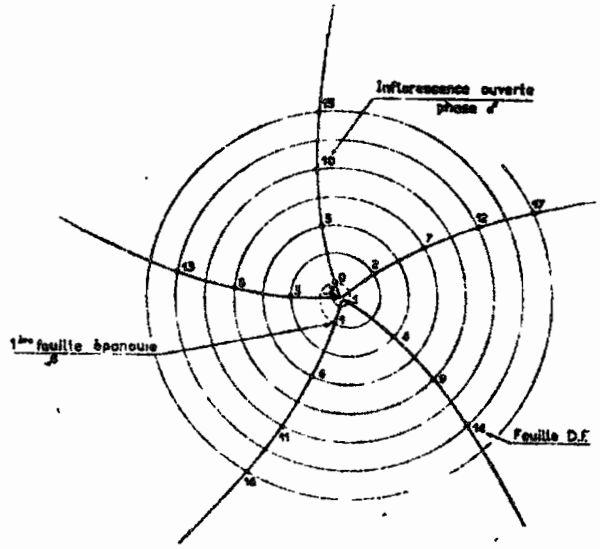
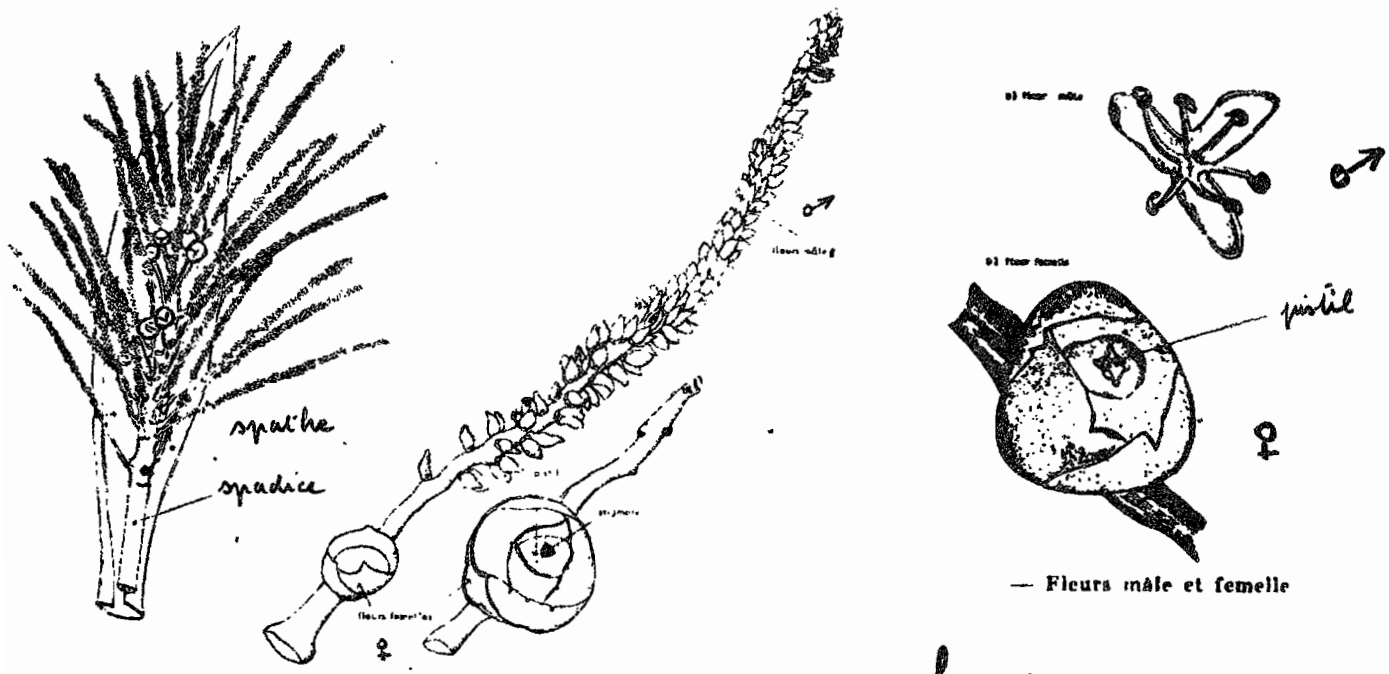


DIAGRAMME COCOTIER

fig. 2 — Phyllotaxie du cocotier

La feuille numérotée 1 est la plus jeune des feuilles dont les folioles sont bien déployées.
On notera le décallage des feuilles qui entraîne le sens de la spirale.



— Fleurs mâle et femelle

fig. 3

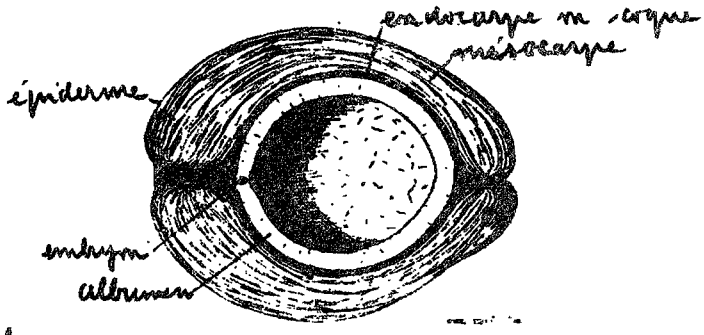


fig. 4 — Coupe transversale d'une noix de coco arrivée à maturité

a germe
b suçoir ou haustorium

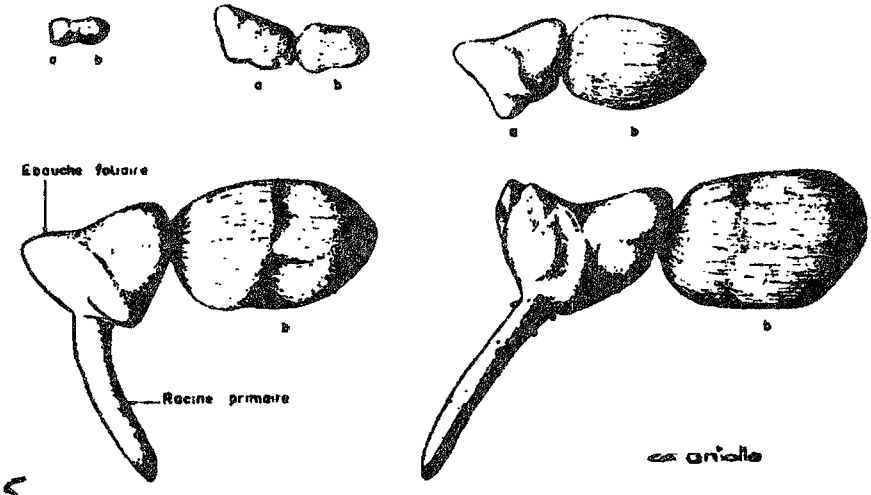
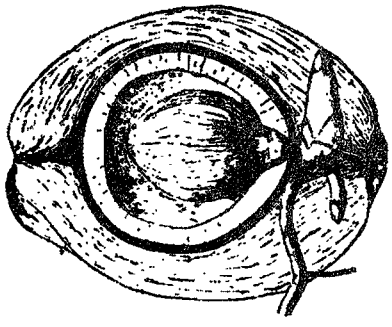


fig. 5 — Stades successifs du développement de l'embryon à la germination



— Noix de coco quatre semaines après le début de la germination

fig. 6

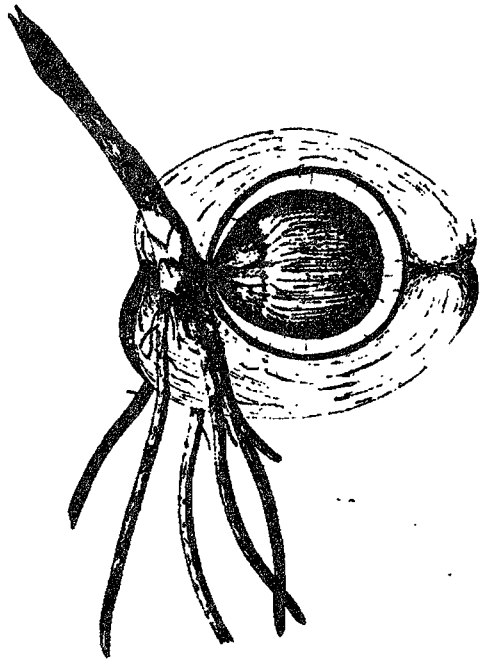


fig. 7 — Noix de coco sept semaines après le début

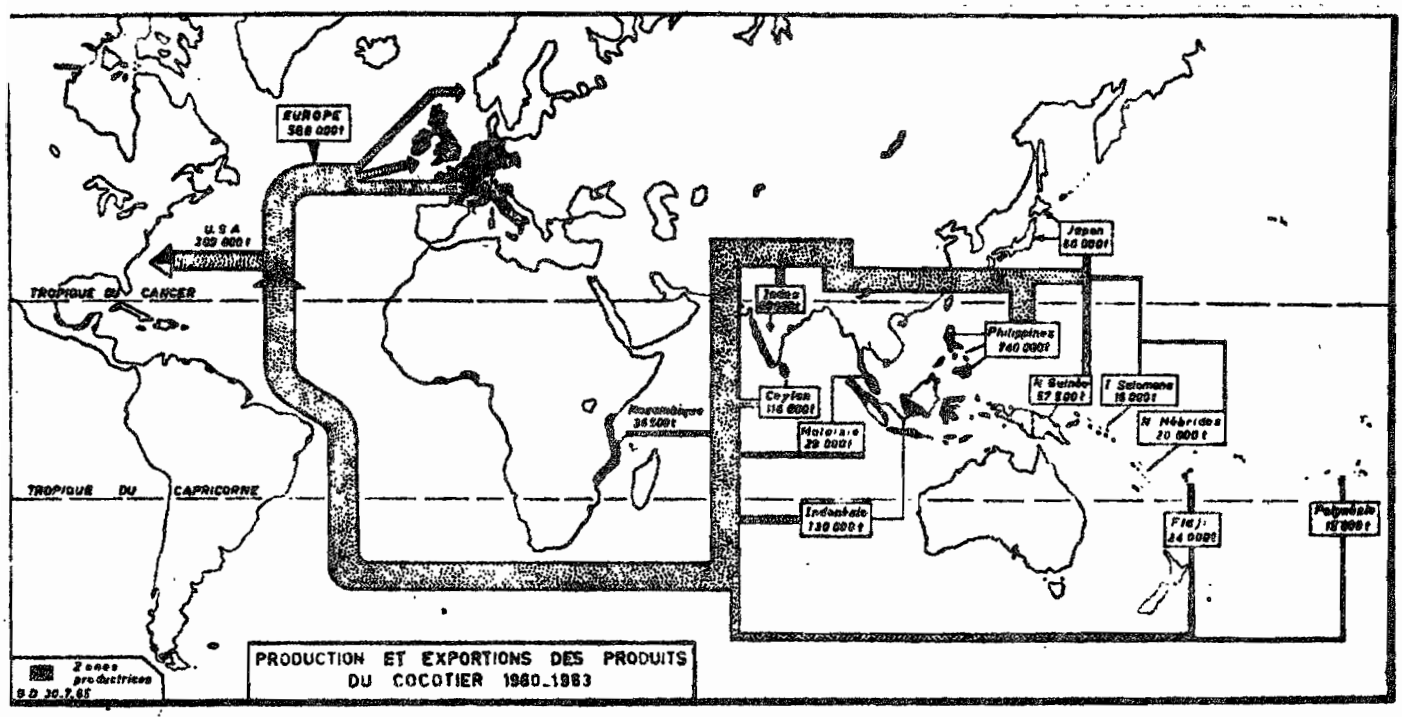

EUROPE
U.S.A
TROPIQUE DU CANCER
TROPIQUE DU CAPRICORNE
Japon
Philippines
Ceylan
Malaisie
Indonésie
Fidji
Zones productrices
PRODUCTION ET EXPORTIONS DES PRODUITS
DU COCOTIER 1960_1963

fig. 8

LE PALMIER A HUILE

Le palmier à huile est une source importante d'huile végétale. Si l'huile de palme se situeait en 1964 au 10 è rang seulement dans la production des corps gras, il ne faut pas oublier d'y ajouter l'huile de palmiste - qui est l'huile des amandes du même arbre - ce qui fait que le palmier se situe tout de suite après le cocotier ; alors que ce dernier représentait 6,25 % de la production mondiale des matières grasses, le palmier n'atteignait encore que 4,87 %.

Si l'arbre ne fut décrit qu'en 1750, par ADANSON qui l'avait observé au Sénégal (presqu'ile du Cap Vert), il était cependant connu depuis 1466, des portugais ayant relaté qu'en Gold Coast les indigènes utilisaient cette huile pour la cuisine et la fabrication de cosmétiques.

Son nom actuel d'Elaeis guineensis, l'arbre à olives de Guinée, lui fut donné en 1763 par JACQUIN, qui l'observait aux Antilles.

Il fait partie de la famille des Palmacées, tribu des Cocoineae; cette parenté avec le cocotier explique que nous passerons rapidement sur certains points, déjà étudiés à propos de Cocos nucifera.

A. LA PLANTE

I BOTANIQUE ET VARIETES.

Le genre Elaeis ne renferme que trois espèces :

- E. guineensis
- E. melanococca, dit palmier Noli, qui rappelle E. guineensis par sa couronne de feuilles, mais dont le tronc est plus court et tend à s'incurver ; spontané dans le nord de l'Amérique du Sud, il fournit deux sortes d'huile, comme le palmier à huile.
- E. madagascariensis, dont le nom situe la distribution et qui ne présente aucun intérêt.

L'origine africaine d'Eleais guineensis n'est guère discutée. De nombreuses formes y sont trouvées à l'état naturel, dans une vaste bande de 50 à 200 km de largeur et longue de plus de 6000 km, sur la rive atlantique, du Sénégal

à l'Angola; son aire de dispersion s'enfonce profondément en Afrique au niveau de l'Equateur (cuvette congolaise). La majorité des peuplements qu'on y rencontre actuellement se sont formés à partir de plantations villageoises. Les peuplements naturels du Nord de l'Amérique du Sud se sont constitués à partir d'introductions faites par les esclaves au XVIè siècle.

La première introduction d'huile de palme se fàt en Angleterre en 1790, et en Europe continentale en 1844 ; mais il fallut attendre 1860 pour que la valeur réelle des fruits du palmier soir reconnue. Entre temps, l'arbre avait été introduit en Indonésie comme ornemental (1848) et ce n'est qu'en 1911 que les premières plantations industrielles furent entreprises à Sumatra. Jusque là , huile de palme et fruits importés en Europe provenaient de palmeraies naturelles d'Afrique.

Comme pour le cocotier, le problème de la classification des multiples formes rencontrés est complexe, du fait du polyhybridisme qu'entraine l'allogamie de la plante. En se basant sur la transmission héréditaire des caractères qu' avaient retenus ses prédécesseurs pour classer les formes de palmier, VANDERWEYEN (1952)en distingue quatre pouvant se transmettre indépendamment les uns les autres :

1-formation, par suite du développement des staminodes de la fleur femelle d'une gaine charnue enveloppant le fruit :

présence : forme Poissonii

absence : forme commune.

2-épaisseur de la coque des fruits : on distingue 4 variétés :

macrocarya : coque épaisse (6 - 8 mm)

dura : coque d'au moins 2 mm

tenera : coque de moins de 2 mm

pisifera : absence de coque

màis en pratique certaines distinctions sont parfois difficiles.

3-pigmentation du fruit :

noirâtre avant maturité, partiellement rouge par la suite : forme nigrescens

verdâtre et demeurant plus ou moins rouge clair : forme virescens.

4- formation de caroténoïdes dans la pulpe à maturité d'où huile rougeâtre :

absence : forme albescens

présence : forme commune

Les différentes combinaisons possibles constituent ce que l'on conviendra d'appeler les variétés de palmiers.
Certaines formes sont rares : albescens
d'autres peu fréqentes : Poissonii et virescens
ou inintéressantes : macrocarya.

La variété la plus répandue dans les peuplements naturels est nigrescens dura, mais pour les plantations on utilise maintenant nigrescens tenera.

II - DEVELOPPEMENT DE LA PLANTE

Celui ci rappelle beaucoup le cocotier.

Le système radiculaire est à peu près le même (fig 1);il explore essentiellement la couche superficielle du sol et se renouvelle sans cesse ; une grand quantité de racines est donc morte, par suite de lignification, mais elle joue encore un rôle en constituant un réservoir d'eau, grâce aux tissus méatiques qui continuent leur rôle d'éponge.

Le stipe , par contre, est différent pendant les vingt ou trente premières années, en raison de la persistance des bases d'insertion des pétioles. Celles-ci ne tombent que très tardivement et le tronc paraît alors moins gros.

Le panache de feuilles en comporte 30 à 40, qui diffèrent de celles du cocotier par leur poids moindre pour une taille sensiblement identique, par la centaine d'épines acérées que comporte chacun des bords du pétiole, et par la disposition des folioles sur plusieurs plans (fig 2). Ici aussi nous retrouvons les trois phases de développement ; les deux dernières sont un peu plus courtes et la vie totale de la feuille sera de quatre années environ, au lieu de cinq chez cocos.
L'émission des feuilles subit diverses variations ; le nombre de feuilles émi émises annuellement augmente d'abord avec l'âge de l'arbre, le maximum étant atteint vers 6 - 7 ans (30 - 34 feuilles) ; il décroît ensuite et se stabilise vers 20 - 25, tout en subissant des variations saisonnières (une

insuffisance en eau ralentit l'activité du bourgeon végétatif).
On signale aussi qu'il y aurait une tendance inverse entre le nombre des feuilles et l'épaisseur de la coque du fruit.

Les inflorescences sont constituées d'épis réunis en un énorme spadice ; mais mais alors que chez le cocotier les fleurs mâles et femelles sont réunies dans le même spadiee, le palmier présente des inflorescences mâles et des inflorescences femelles (chez le palmier dattier ces inflorescences seront portées par des arbres différents).

L'inflorescence mâle comporte un bouquet odoriférant d'au moins cent épis denses, portant chacun un millier de fleurs de petites dimensions; 6 courtes étamines émettent un pollen sentant l'anis, qui attire les insectes.

L'inflorescence femelle, qui est plus massive avant même la déchirure de la spathe, comporte une centaine d'épis plus courts, de chacun 6 à 12 fleurs et terminés par une épine rigide. Les fleurs, enfoncées à l'aisselle d'une bractée scarieuse également terminée par une épine, ont un ovaire à 3 loges (et 3 ovules). A maturité, les stigmates sont gluants pour retenir le pollen.

La monœcie est de nature secondaire puisque les primordia floraux comportent ébauches mâles et femelles. Il arrive que deux fleurs mâles, non fonctionnelles, accompagnent une fleur femelle.

L'apparition d'inflorescences de l'un ou l'autre sexe, se fait sous forme de séries successives qui sont influencées par les conditions extérieures, mais aussi par des tendances individuelles héréditaires. En moyenne, un jeune palmier produit 3 inflorescences femelles pour 2 mâles, et un adulte 1 pour 2 ou 3.

A chaque ébauche foliaire correspond une ébauche florale, mais il se produira toujours un certain pourcentage d'avortements (généralement inférieur à 10 % chez les adultes) qui se situent après la sexualisation, au début de la phase d'élongation rapide de l'inflorescence (donc vers le 24 e mois).
L'évolution de l'inflorescence est un peu plus rapide que chez Cocos, surtout après la floraison : ouverture de la spathe à 34 mois au lieu de 38, et maturité à 41 mois au lieu de 50 (Fig. 3) .

Les régimes se présentent sous la forme d'une masse plus ou moins globuleuse de 10 à 50 cm de long sur 10 à 35 de large et pesant jusqu'à 70 kg (moyenne 10 - 25 kg). Ils portent de 800 à 4000 fruits(moyenne 1200 - 1500)plus ou moins hérissés de fortes épines.
La production sera irrégulière au long de l'année, en raison de l'influence de la température des mois au cours desquels se développe l'inflorescence.
A noter aussi, surtout chez les arbres jeunes, un certain taux d'avortement des régimes. Chez la variété pisifera les arbres en sont pratiquement stériles.

Le fruit est une drupe ovoïde, de 3 à 5 cm, pesant de 3 à 30 g, les stigmates persistant au sommet sous forme de trois petites pointes noires (fig 4).

Le fruit comporte :

- un épiderme luisant cutinisé
- un mésocarpe ou pulpe, très huileux, traversé de fibres. Epais de 2 à 10 mm, il renferme 45 à 50 % de son poids frais d'huile de palme. Cette accumulation de matières grasses ne se fait qu'après que le fruit ait terminé sa croissance, puis mis en réserve des substances organiques (3 mois pour la croissance, et 2 mois environ pour les mises en réserve)
- un endocarpe ou coque, très dur, noir, entourant l'amande.

L'amande et la coque constituent la graine ou noix de palme. La graine présente à son extrémité supérieure trois pores de 2 - 3 mm qui correspondent aux trois loges de l'ovaire ; la plantule sortira par l'un d'eux. généralement il n'y a qu'une amande par fruit, mais 5 - 10 % des fruits en comptent deux, et 1 - 2 % en ont trois. L'amande comporte un albumen cartilagineux, très huileux, qui fournit l'huile de palmiste.
On donne le nom commercial de palmiste à l'amande séchée.

III - GENETIQUE ET SELECTION

On retrouve ici les difficultés rencontrées avec Cocos : allogamie, nécessité de grandes surfaces, et facteur temps.
Un seul caractère a été bien étudié : celui de l'épaisseur de la coque du fruit.

Allant de la coque épaisse à l'absence de coque, nous avons déjà vu que l'on admettait 4 types : macrocarya, dura, tenera et pisifera, tout en constatant qu'en observant une population suffisamment vaste on trouvait toutes les épaisseurs intermédiaires. Les chercheurs belges BERNAERT et VANDERWEYEN ont montré que le caractère épaisseur de la coque était héréditaire et monofactoriel, le type tenera correspondant à l'hybride dura x pisifera ainsi qu'il apparait nettement sur le schéma ci-contre. On avait ainsi l'explication des arbres stériles apparus dans les premières plantations sélectionnées effectuées en Afrique. (on se rappelera que les pisifera sont stériles).

Un certain nombre d'arbres anormaux sont d'origine génétique; cinq types sont assez fréquents : dressé, saule pleureur, tordu, touffu, petit. Ils entrainent une perte de production de l'ordre de 2% d'où l'utilité d'éliminer les plantules anormales et les plants douteux en pépinière, de même que d'éviter certains croisements dans la descendance desquels ces anormaux sont plus fréquents.

L'arcure défoliée des palmes est aussi d'origine génétique,(gène monofactoriel), et en liaison avec l'origine Deli de l'un des parents. Il est maintenant possible de livrer du matériel sans arcure défoliée (ce caractère a un effet dépressif sur la production).

1) Historique de la sélection :

La sélection du palmier à huile est récente, les premiers travaux se situant entre les deux dernières guerres mondiales. Leur localisation et leur orientation ont été les suivantes :

a) Indonésie : les 4 palmiers introduits en 1848 à Buitenzorg d'un point de vue ornemental se trouvèrent être des dura.
Les premières plantations industrielles commencaient en 1911 à Sumatra, où une première sélection massale fut entreprise en 1923, suivie de plusieurs générations de fécondation artificielle, ce qui aboutit, par épuration et consanguinité, à fixer un type qui porte le nom de dura Deli.
Ce type à stipe trapu et port décombant, porte des régimes peu épineux à gros fruits, et se montre très productif (3 - 4 t d'huile de palme/ha et même jusqu'à 8 t et plus d'huile ha sur de grandes surfaces à Bornéo - terres volcaniques riches).

b) Malaisie : les grandes plantations n'y débutèrent qu'en 1925, avec le même matériel qu'a Sumatra, mais dans des conditions écologiques un

peu moins favorables. Les espoirs mis quelque temps dans une sélection de palmiers trapus ont été déçus.

c) Congo (Kinshasa) : les travaux entrepris par l'INEAC à partir de 1922 le furent sur des tenera, d'où l'obtention de 25 % de plantes stériles dans les descendances hybrides tenera x tenera. Après que fut découvert le mécanisme héréditaire de l'épaisseur de la coque (1939), ces croisements furent remplacés par dura x tenera qui donne 50 % de chaque type, toute la descendance étant productive ;
puis par dura x pisifera, dont la descendance est 100% tenera.
Cette sélection axée sur tenera s'est révélée payante ; alors que le dura africain spontané donne 9 - 10 % d'huile par rapport au poids de son régime, le dura Deli 16 - 18 %, on obtient avec les sélections tenera 22 à 27 %.

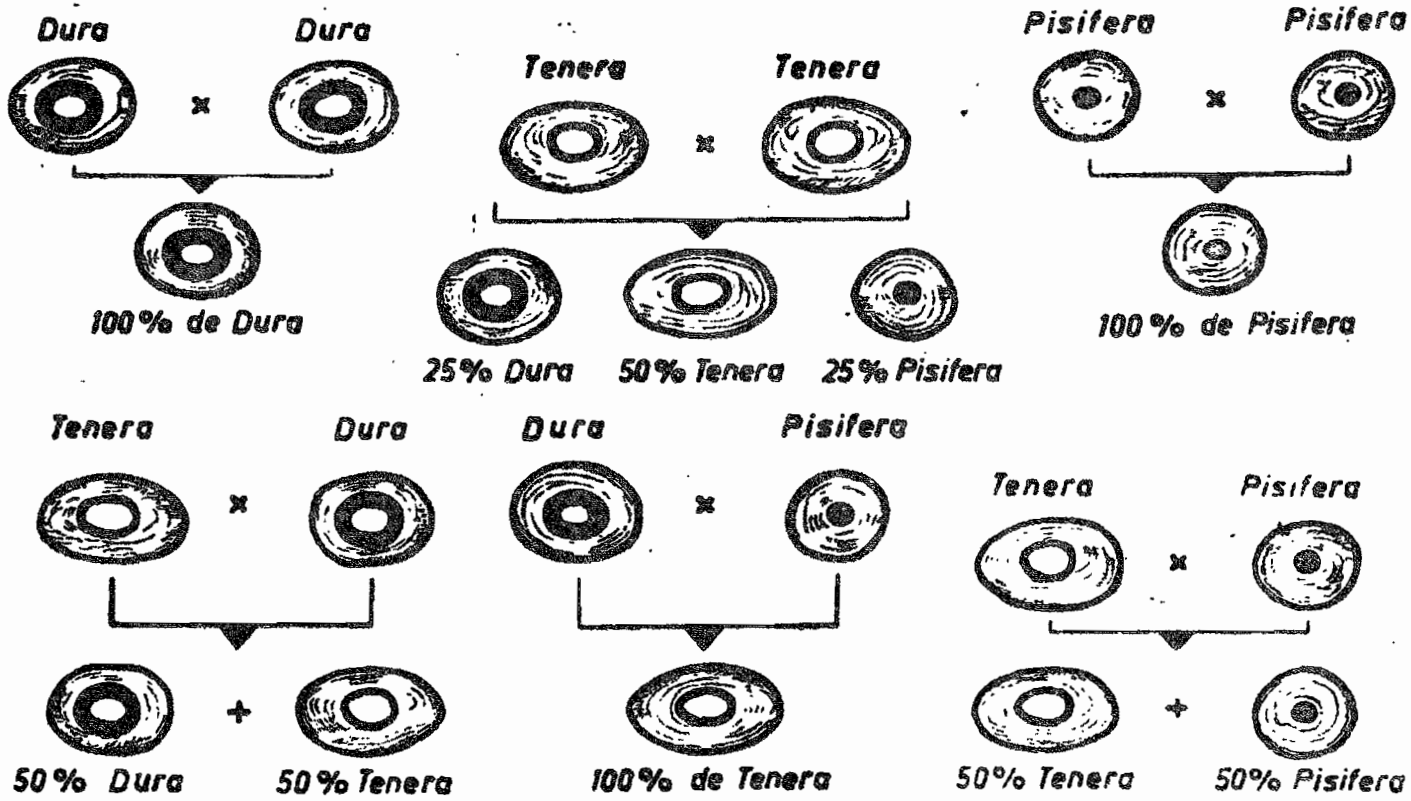
d) Côte d'Ivoire et Dahomey : de 1923 à la dernière guerre, les travaux poursuivis à la Mé et à Pobé par les services agricoles le furent sur des bases erronées. Après que l'IRHO ait repris ces stations en 1946 et se fut rendu compte que l'autofécondation avait un effet dépressif, l'orientation se fit vers les croisements utilisant l'hétérosis, d'abord dans la souche locale, puis entre tenera locaux et semenciers dura Deli repérés dans la plantation qui avait été faite à Dabou de 2000 ha de palmiers importés de Sumatra. Ce croisement entre types géographiques différents s'est révélé excellent.
A une date récente (1950) a été mise en place, sur l'initiative de l'IRHO, un vaste échange de matériel (pollen, graines hybrides) auxquels participent le Congo, la Malaisie et 3 stations IRHO, chaque participant ayant retenu une dizaine de ses meilleurs arbres qui ont été croisés entre eux et les graines obtenues partagées.

2) Principes de la sélection :

deux séries de facteurs participent à la production d'huile :

- des facteurs quantitatifs : nombre et poids moyen des régimes.
- des facteurs qualitatifs : % de fruits sur régime
  % de pulpe sur fruit
  % d'huile dans la pulpe.

COMPORTEMENT DES CROISEMENTS POSSIBLES ENTRE LES TROIS TYPES *dura, tenera et pisifera*



a) production quantitative : le nombre de régimes atteint rapidement son maximum (vers 5 - 6 ans) pour décroître ensuite lentement. Quant au poids moyen il est toujours en augmentation, rapide au début, puis lente. Ces caractères présentant une hérédité probablement quantitative, les descendances entre populations parentales à grand nombre de petits régimes et petit nombre de gros régimes présentant des caractères intermédiaires, avec la conséquence interessante de donner une production supérieure :

nature des croisements	nombre régimes	poids moyen	poids total
La Mé x La Mé (tenera)	15,8	6,0	95
Deli x Deli (dura)	5,9	13,8	82
La Mé x Deli	11,5	10,4	120

b) qualité des régimes : c'est le caractère pourcentage de pulpe sur fruit qui a été le mieux observé, son amélioration ayant permis de passer de 60 % en palmeraie naturelle, à 85 %.

3) Pratique de la sélection : la fourniture de graines sélectionnées suppose le choix de géniteurs hauts producteurs, leur autofécondation et leur hybridation.

La technique de fécondation artificielle se rapproche beaucoup de celle utilisée pour le cocotier. Sa mise au point, afin de présenter toute garantie de pureté et de faculté germinative, compte-tenu du grand nombre d'hybridations à réaliser pour la fourniture commerciale d'hybrides, a été particulièrement poussée à la station de La Mé.

Pour qu'un bon producteur soit classé géniteur, c'est d'abord la valeur de la lignée à laquelle il appartient qui est prise en considération. Le choix des lignées demande plus de 12 années, une première élémination du matériel observé se faisant après 3 années d'observation (8 è année de plantation) sur la base de la production calculée en poids de régimes ; un choix provisoire intervient après la 4 e année, puis après la 5 e un

deuxième choix provisoire en tenant compte de la production en huile des 3e, 4e et 5e année d'observation ; un troisième et dernier choix se fera à la fin de la 7e année d'observation sur la base de la production totale d'huile des quatre dernières années (8è à 12è année de plantation).

La supériorité des croisements interorigines ayant été mise en évidence, la sélection s'oriente actuellement vers l'amélioration de ces croisements, en recherchant les combinaisons les plus productives. On utilise pour celà la sélection dite récurente réciproque, qui augmente la fréquence des facteurs interessant les deux souches, l'une par rapport à l'autre, et permet de réaliser des combinaisons plus productives entre ces souches :

Le matériel a été scindé en deux groupes :

- groupe A : 80 géniteurs Dura (de plusieurs origines)
- groupe B : 172 géniteurs Tenera et Pisifera (de diverses origines également)

On a ensuite réalisé un test de géniteurs en effectuant les croisements A x B, afin de connaitre les individus de A qui se combinent le mieux aux individus de B, et réciproquement. On met ainsi en évidence les meilleurs croisements, ainsi que les arbres qui, dans les chacune des souches, réunissent le maximum de caractères favorables par rapport à l'autre souche.

C'est ainsi que 446 croisements (311 TxD et 135 DxP) ont été mis en place à LaMé et constituent le 1er cycle.

Selon les résultats du 1er cycle, les meilleurs parents T et les meilleurs parents D (autrement dit ceux qui auront manifesté la meilleure aptitude spécifique à la combinaison) seront croisés séparement entre eux, pour donner une seconde génération de sélection Dura (DxD) et de sélection (TxT). Le classement des parents sera fait en fonction de la production d'huile/ha de leur descendance, avec une correction éventuelle de la production de chaque descendance suivant la valeur de l'autre parent.

Les sélections Dura et Tenera sont accompagnées d'autofécondations des meilleurs généteurs D du groupe A et des meilleurs généteurs T du groupe B pour débuter une sélection classique par autofécondation, qui permet de mieux connaître les géniteurs et l'hérédité de certains caractères défavorables.

On peut aussi espérer de bons résultats en combinant les meilleures autofécondations de A et de B.

Sans attendre les résultats du 1er cycle, les sélections Dura et Tenera ont déjà débuté en utilisant les arbres dont on connaissait déjà la valeur de géniteur en fonction de croisements antérieurs. Les corrélations parents/descendance par types d'hybrides donnent en effet des indications très interessantes sur la transmission de certains caractères comme le nombre et le poids moyen des régimes, et la qualité du régime (pourcentages de fruits sur régimes, de pulpe, d'huile sur pulpe, d'amande sur fruit).

Les graines sélectionnées fourniespar l'IRHO (4 millions par an) sont des hybrides tenera x dura et dura x pisifera, qui, dans les conditions écologiques de Côte d'Ivoire et avec des techniques culturales appropriées, ont un potentiel de production de 2,5 à 3t d'huile de palme/ha.

Les travaux de sélection ne s'arrêteront pas là. Dès à présent ont été débutés des hybrides 3 voies en vue d'augmenter les possibilités d'amélioration à long terme, actuellement limitées par la variabilité réduite des populations utilisées (qui sont principalement les populations La Mé, Déli et Yangambi).

On s'oriente également vers la recherche des géniteurs résistant à la fusariose, en testant les pépinières (inoculation des racines par le Fusarium).

On cherche également à établir des relations entre caractères des embryons, de la plantule ou du plant et la production des arbres adultes, dans le but de pouvoir pratiquer une présélection dès la pépinière, qui accélérerait la sélection en général.

Enfin, et c'est sans doute par là qu'il aurait été souhaitable de commencer (mais il faut se replacer au moment des premiers travaux de sélection valables, c'est à dire tout de suite après la guerre, pour comprendre ce retard), on pratique des introductions afin de diversifier le matériel génétique. Parmi celui-ci, on notera en particulier l'interêt d'Elaeis melanococca, qui pourrait apporter aux hybrides les caractéristiques intéressantes suivantes : croissance lente du stipe (donc facilité de cueillette), bonne production, adaptation aux zones marécageuses.

B - SON ECOLOGIE

Il est important de bien connaître les réactions du palmier aux conditions extérieures, en raison des investissements élevés que représente l'établissement d'une palmeraie.

I CLIMAT

Comme les autres palmiers, Elaeis guineensis est une plante de lumière, dont les exigences sont particulièrement marquées à l'égard de la température, de la pluviométrie et de l'ensoleillement.

1) la température :

Comme pour le cocotier, l'optimum de température moyen mensuelle se situe entre 25° et 28° C, à condition que la moyenne des minima ne tombe pas au dessous de 18°. Ceci explique que les plantations industrielles se situent toutes dans une bande étroite ou dépassant pas 7° de latitude de part et d'autre de l'équateur, ni 400 mètres en altitude.

2) la pluviométrie :

L'établissement du bilan de l'eau est indispensable. L'évapotranspiration ne devrait jamais être supérieure au stock d'eau disponible, c'est à dire à la réserve du sol + la pluviométrie. C'est pourtant ce qui risque de se produire s'il y a des mois déficitaires en pluviosité, comme c'est le cas en Côte d'Ivoire, où les trois mois de grande saison sêche, avec une pluviométrie mensuelle inférieure à 100 mm, correspondent à la limite des conditions favorables.

La méthode simple de calcul du bilan hydrique établie par l'IRHO est la suivante :

$$P + Ri - ETp = Rf$$

P étant la hauteur de pluie mensuelle

Ri la réserve initiale du sol (au maximum 200mm)

ETp l'évapotranspiration mensuelle estimée de la façon suivante:

moins de 10 jours de pluie/mois = 150 mm

plus de 10 jours de pluie/mois = 120 mm

Rf la réserve finale

Si Rf est négatif on a un défidit.

Si Rf est positif et inférieur à 200 mm, sa valeur représente Ri du mois suivant.

Si Rf est positif et supérieur à 200 mm, on reporte seulement 200 mm comme Ri du mois suivant, l'excédent représentant la quantité d'eau perdue par drainage.

Entre 0 et 150 mm de déficit moyen annuel le régime est optimal.

Entre 150 et 270 mm il est favorable.

Entre 270 et 400 mm il est intermédiaire.

Entre 400 et 470 mm il est limite

et au dessus nettement défavorable.

En Côte d'Ivoire, on ne relève aucune station dans la première catégorie ; ayant un régime favorable : Tabou, Soubré, Azaguié, La Mé, Aboisso, Gagnoa, Divo... (on remarquera que l'on trouve dans la même catégorie Gagnoa avec 1449 mm de pluviométrie normale annuelle, et Tabou, avec 2312). En régime intermédiaire, relevons Alépé, Bouaflé, Guiglo, Agboville, Oumé, Man, Abengourou, Daloa. Sont limites : Tiassalé, Grand-Lahou, Sassandra et Cechi.

Une pluviométrie totale se situant entre 1800 et 2200 mm , bien répartis, et une humidité athmosphérique supérieure à 75 %, sont donc souhaitables.

3) l'ensoleillement :

On sait son importance pour la photosynthèse et donc son action sur le rendement. Peut-être un peu moins exigeant que le cocotier, le palmier demande cependant plus de 1500 heures bien distribuées ; avec 1677 h et un ensoleillement insuffisant en petite saison sèche, la station de La Mé n'est donc pas dans les conditions idéales.

Un certain nombre d'auteurs ont cherché à établir des relations entre les fluctuations des rendements et les facteurs climatologiques intervenus deux ans et demi à trois ans auparavent.

II - SOL

Les conditions de sol seront d'autant plus importantes que les facteurs climatiques ne seront pas totalement satisfaisants.

Compte-tenu du système radiculaire du palmier, on comprendra que les qualités physiques priment sur la fertilité minérale. On se méfiera donc des sols qui s'asphyxient ou qui se durcissent. 25 à 30 % d'éléments fins correspondent à la texture la plus favorable (bonne structure avec réserve en eau maximum).

La composition du sol sera plus secondaire, mais il est bien évident que pour extérioriser un haut potentiel de productivité le palmier necessitera un certain taux d'humus et un bon équilibre entre les éléments nutritifs. Les conditions climatiques favorables au palmier à huile étant responsables du phénomène de ferralitisation, on se trouvera généralement sur des sols très sensibles au lessivage .

Un horizon superficiel présentant 1,5 à 2 % de matière organique totale (avec un rapport C/N voisin de 10) ce qui assure une capacité totale d'échange de 3 à 4 meq. % au moins pour la somme des bases échangeables, donne satisfaction. La somme des bases échangeables peut d'abaisser jusqu'à 1 meq.
C'est surtout la teneur en potassium échangeable qui est importante, le palmier en étant un gros consommateur ; 0,15 - 0,20 meq. % sont un minimum.
Les teneurs en Ca et Mg échangeables sont plus secondaires pourvu que les rapports Mg/K et Ca/k soient $\geqslant$ 2.

Les sols ferrallitiques de Côte d'Ivoire sont physiquement excellents, mais chimiquement pauvres :

Ca = 0,75 meq % Mg = 0,30 K = 0,05

La végétation qu'ils peuvent porter avant transformation en palmeraie n'est précisement un indice de fertilité, puisque les forêts peuvent être très be du fait qu'elles utilisent, en cycle presque fermé, les matières minérales qu'elles restituent au sol par les débris végétaux.
Inversement, si la savane naturelle se prête mal à l'établissement d'une palmeraie, il faut se rappeler que certaines savanes ne sont qu'accidentelles et dues à l'homme.

Avant de quitter le problème des sols, il faut signaler l'importance éventuellement non négligeable de la topographie ; en effet, il faut penser non seulement aux possibilités d'entretien mécanique et aux dangers d'érosion , mais à la nécessité de ramassages fréquents représentant des to nages élevés ; il y a donc un problème de chemins de desserte.

C - SA CULTURE

Nous adapterons le même plan que pour le cocotier, les deux plantes représentant de nombreuses analogies. Se reproduisant toutes deux uniquement par graine, elles constituent des plantations de longue durée, dont toute l'existence repercutera les conditions de travail réalisées au long de leur mise en place. C'est dire l'importance des soins à donner depuis le début des opérations.

I MISE EN PLACE.

1) Préparation du terrain :

Le choix de la méthode de préparation du terrain est très importante, car elle fait intervenir non seulement des considérations agronomiques, mais également économiques et matérielles ; et celà d'autant plus que les palmeraies sont le plus souvent implantées après suppression d'une forêt dense, et que leur exploitation necessitera un réseau routier important. Les différentes options qui pourront se poser sont les suivantes :

a) incinération ou non incinération : brûler est plus simple et plus économique, du moins dans l'immédiat. Car si la précocité du palmier est augmentée par l'incinération, on risque des pertes de fertilité par lessivage et érosion (1). Selon des observations faites par des chercheurs de l'IRHO, il faut tenir compte des réserves du sol et tout particulièrement de l'humus ; une teneur en carbone supérieure à 2,2% dans les 20 premiers centimètres est indispensable pour se permettre d'incinérer une partie de la végétation (pas plus du tiers cependant). Comme pour le cocotier les risques d'invasion d'Oryctes ou de Strategus peuvent imposer le brûlage.

(1) on notera cependant que pour des plantations en zone marginale, la technique de palmeraie"sur sol nu" - à condition que des précautions anti-érosives soient prises - peut présenter des avantages. Ainsi, au Dahomey, on a constaté que le sol nu permet une économie d'eau importante, ce qui se répercute nettement sur les jeunes palmiers pendant les périodes sèches.

La méthode appliquée à la station de La Mé ne recourt pas à l'incinération. Elle est donc conservatrice. Elle permet d'avoir des plantations mécanisables, par l'utilisation de ce que l'on appelle l' " andainage alterné". Celui-ci consiste -par exécution chronologique d'une série d'opérations bien au point- à réaliser des bandes essouchées de 11,80 m, séparées par des andains de 3,80m ; les 15,60m ainsi préparés permettent de placer 2 lignes de plantation écartées de 7,80 et d'avoir un interligne dégagé sur deux. Ces chiffres correspondent à une plantation en triangles équilatéraux de 9 m. Ils peuvent différer quelque peu, une plantation en quinconces à 8,50 m sur des lignes espacées de 8,50 m (140 arbres/ha au lieu de 143) permettant des économies sensibles.

Toutes les opérations se font à la main, sauf l'andainage, qui necessite, en forêt lourde, des tracteurs de 180 à 240 CV. 272 journées de main-d'oeuvre sont necessaires à l'hectare ce qui représentait en 1961 une dépense de 60 000 frans à laquelle il fallait ajouter 17 500 frans pour l'andainage mécanique, soit au total 77 500 francs.

L'incinération totale réduirait ce coût d'environ un tiers. Dans les opérations chiffrées ci-dessus figurent également le semis de la plante de couverture (le mélange Pueraria javanica, Centrosema pubescens, et Calopogonium mucunoïdes est recommandé, la première plante étant rustique, la deuxième supportant mieux l'ombre, et la troisième quoique plus sensible à la sècheresse étant de croissance rapide) et la trouaison préliminaire.

b) <u>préparation mécanique ou manu.</u> - cette dernière va de paire avec l' incinération, car l'andainage nécessite des moyens mécaniques. Mais l'intervention de ces derniers peut offrir plusieurs variantes au schéma décrit ci-dessus. On peut, par exemple, avec un tracteur de 240 CV muni de l'équipement necessaire, abattre directement, araser les souches, et andainer en aller et retour presque continus.

c) <u>entretien mécanique ou non</u> : pour qu'un entretien mécanique soit possible - et celà est souhaitable en raison des soins à donner à une jeune plantation - il faut qu'un interligne sur deux soit dégagé, et permette le passage des véhicules de surveillance et des engins d'intervention (traitements phytosanitaires ...)

2) Préparation du matériel végétal :

en raison de son importante et de sa durée, la préparation du matériel végétal doit être organisée avec soins, et selon un calendrier strictement établi.

Contrairement au cocotier, la germination des graines du palmier à huile présente quelques difficultés. Bien que la dormance des graines diminue au cours des premiers mois de conservation des graines, celle-ci se stabilise ensuite à un niveau suffisemment élevé pour avoir nécessité la mise au point de méthodes de germination industrielles. Les problèmes que pose la germination méritent un rapide examen (1)

a) facteurs de la germination :

trois facteurs interviennent dans le processus de la germination : la chaleur, l'humidité et l'aération, le premier agissant principalement sur la levée de la dormance et les deux autres sur la croissance de l'embryon.

- levée de la dormance : une température de 38 à 40°C est nécessaire ainsi qu'une humidité des graines de 16 à 18 %, pendant un temps qui peut aller de 40 à 80 jours. On a relevé que pour des graines n'ayant pas un an de stockage il fallait chauffer 60 jours pour les graines du croisement Deli x Yangambi et 80 pour le croisement Deli x La Mé .

  On pourrait réduire la durée de chauffage en commençant quelques heures à 60° (mais humidité réduite), mais les résultats sont plus irréguliers.

- germination : Il est nécessaire que l'humidité dépasse 18% pour que se déclenche la germination. La température optimale est alors de 25 à 27° et une bonne oxygénation est indispensable.

  L'embryon s'allonge et traverse le pore germinatif ; dans le même temps, l'haustorium de développe aux dépends de l'albumen, afin de nourrir l'embryon. L'apparition de l'embryon à la sortie du pore germinatif forme un point blanc qui est le premier signe visible de la germination.

(1)La conservation des semences à 20 - 22° C et 60 % d'humidité relative pendant deux ans, n'altère pas la faculté germinative.

b) méthodes de germination industrielles : plusieurs méthodes ont été mises au point, dont l'emploi se fera en fonction des situations particulières, mais toutes nécessitent l'emploi d'un germoir.
Celui-ci pourra n'être qu'une couche chaude (voir figure 5) conduite de façon à maintenir 38/40° dans les caissettes de germination ; mais pour les réalisations satisfaisantes de grands programmes, il deviendra necessaire de disposer d'une pièce à germination installée de façon à maintenir une température constante.

- méthode n° 1 : en caissettes, avec substrat de charbon de bois et maintien de l'humidité entre 23 et 25% pendant toute l'opération.
  Les opérations sont les suivantes :
  - avant mise en germoir :
    - constitution des lots de graines
    - trempage en changeant l'eau chaque jour :
      6 jours pour les graines Dura
      3 jours pour les graines Tehera
    - remplissage des caissettes (trapézoïdales, en tôle) avec 1500 graines (environ) et du charbon de bois de Cassia (1,6 kg sec) humidifié à 45 % (humidité nécessaire pour maintenir les graines à 23 - 25 %).
  - après la mise en germoir :
    - triage hebdomadaire
    - ajustement de l'humidité du substrat
  - durée du séjour en germoir : on utilise la méthode des caissettes test, qui consiste à sortir à t° ambiante une caissette toutes les semaines (à partir de la troisième) et à suivre la germination de leurs graines. On sort tout le lot dès qu'une caissette germe à 80 %, ce qui se produit en général 15 jours après mise à t° ambiante (voir figure 6)
  - opérations après sortie du germoir : comme pendant la période de chauffage .
- méthode n° 2 : en sacs de plastique étanches, avec 23 - 25 % d'humidité.
  - Après un trempage qui atteind cette fois 6 à 7 jours, les graines sont ressuyées jusqu'à coloration noir mat, puis mises en sacs fermés hermétiquement (contenance 1000 graines).

- Le germoir sera à hygrométrie normale.
  Tri hebdomadaire et réhumidification si nécessaire (lorsque la coloration devient brun clair).
- Le temps de germoir est déterminé comme dans la méthode n° 1, mais comme la germination est plus lente on peut attendre la 4è semaine.
- A la sortie du germoir, trempage des graines pendant 3 jours, ressuyage et remise en sacs hermétiques.
- Ensuite comme pendant le séjour en germoir.

- méthode n° 3 : en sacs de plastique étanches, avec humidité réduite à 16 - 18 %.
  - Comme ci-dessus jusqu'à la mise en germoir.
  - Pendant la période de chauffage, sortie hebdomadaire des sacs, avec aération de 20' (les graines n'étant pas réhumidifiées).
  - Après 60 ou 80 jours de germoir, selon le matériel végétal, retrempage des graines pendant 3 - 4 jours pour les humidifier à 23 - 25 %, puis mise en sacs hermétiques à t° ambiante.
  - Tri hebdomadaire et réhumidification comme pour la méthode n° 2.

Les pourcentages de germination sont très bons avec les trois méthodes 85 à 95 %); mais la première est plus rapide (10 à 30 % de germination à la sortie du germoir, et fin de germination dans le mois); par contre, la troisième permet l'expédition de graines prétraitées en faisant celle-ci entre la sortie du germoir et le retrempage. Cettre troisième méthode est aussi la plus simple à pratiquer (Figure 7).

c) la pépépinière : la graine va nourrir la planture pendant 3 mois (figure 9), et c'est à peu près le temps que les jeunes plants vont passer en prépépinière . Il y a encore peu de temps on attendait la cinquième ou sixième feuille (la première qui soit bifide), c'est à dire autant de mois puisque le rythme d'apparition des feuilles est mensuel. Mais avec les nouvelles techniques de conduite de la prépépinière, on recommande de transplanter à 3 - 3½ mois, et en tous cas avant 4 mois, si on veut éviterque les plants filent et soient atteints de cercosporiose.
La méthode des plates bandes est maintenant périmée et on utilisera les sachets de polyéthylène (hauteur 25 cm, diamètre 11 cm, remplis aux 4/5 de terreau tamisé et éventuellement enrichi - Humuci par exemple)
On repique 1 graine germée par sac (avec précaution car le germe est fragile).

La prépépinière est ombragée avec 4 palmes au m2 (2 palmes quand l'ensoleillement est faible).

Pour éviter les mauvaises herbes on procède à un seul désherbage chimique 15 jours après le repiquage (15 g de m.a. d'amétryne dans 5 l d'eau pour 10.000 plantules soit 70 m2).

Afin d'atteindre le stade 4-5 feuilles en 3 mois/3mois ½, on arrose tous les mois en apportant azote et potasse (20 g d'urée et 20 g de chlorure de K dans 10 l d'eau pour 1000 plantules.

d) <u>la pépinière</u> : on peut maintenant citer pour mémoire la pépinière encore recemment classique, à partir de laquelle on transplantait en utilisant un plantoir SOCFIN ou JAVA.

On la réalise maintenant en sacs de plastique noir, (sacs de 40 x 40 cm, sans soufflet, avec 46 trous, de 4 - 5 mm de diamètre, à la partie inférieure, cpmme pour le cocotier, avec les avantages techniques et économiques suivants par rapport à la méthode de pleine terre :

- préparation du sol moins coûteuse
- densité 4 fois plus forte pendant la période d'ombrage, donc surface des abris quatre fois moindre
- gain de 3 à 4 mois sur le temps passé en pépinière
- aucun choc de transplantation (on ne taille ni racines, ni feuilles)
- suppression des plantoirs
- manutention des plants facilitée

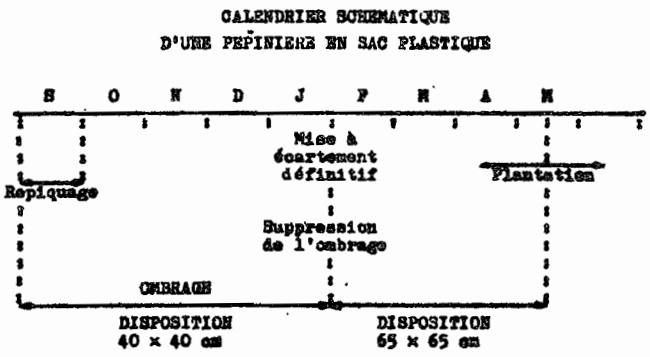
Tous ces avantages compensent les dépenses en sacs (800 F CFA le cent en 1968) et en arrosages (0,25 l par jour et sac les deux premiers mois, puis augmentation jusqu'à 2,5l en fin de pépinière). Les sacs sont remplis de terreau humifère (ou terre + Humuci) éventuellement désinfecté, mais toujours enrichi d'une fumure de fond mise en solution.On donne également une fumure d'entretien.

En raison de la densité de la pépinière on surveillera plus attentivement son état phytosanitaire, les mycoses (cercosporiose, anthracnose) étant à redouter.

Dans certains cas on pourra envisager de remplacer l'ombrage traditionnel par une culture intercalaire de ricin.

Comme pour la pépinière on désherbe à l'amétryne (3 kg de m. a./ha dans 1000 l)

L'adoption de ces nouvelles techniques de levée de dormance, de prépépinière et de pépinière, ont sérieusement modifié le calendrier général des opérations, ainsi qu'il apparait dans les tableaux suivants, empruntés à un rapport IRHO - Côte d'Ivoire :



Opérations	Durée (en mois) 1966	Durée (en mois) 1968	Causes des améliorations
— Germination	2 à 3	1 à 2	Test en cours de chauffage
— Prépépinière	4 à 5	3 à 4	Compost et fumure minérale
— Pépinière...	10 à 12	7 à 9	Conduite en sacs de plastique
Durée totale ...	17 à 19	12 à 14	soit une réduction de 5 mois en moyenne

Amélioration des délais de production du matériel végétal

L'homogénéité obtenue à chaque stade a d'autre part entrainé une importante réduction du nombre de graines à mettre au germoir : alors qu'il fallait 375 à 440 graines pour la plantation d'un hectare en 1964, il en suffit maintenant de 300 à 320, ce qui est très appréciable quand il s'agit de semences hybrides.

La reprise qu'assure le matériel végétal ainsi préparé fait que, plus petit au moment de leur mise en plane, les jeunes palmiers dépassent nettement en une seule année ceux issus de pépinière classique, comme le le montrent les observations faites à La Mé :

	Circonférence au collet (cm) 1967	Circonférence au collet (cm) 1968	Hauteur du plant (cm) 1967	Longueur de la feuille (cm) 1968	Nombre de feuilles vertes 1968
Pépinières pleine terre (Java)....	27,1	40,1 (+ 13,0)	127,8	114,6	8,3
Pépinières en sacs de plastique...	24,0	49,3 (+ 25,3)	124,2	142,8	16,0

Reprise des plants élevés en sacs de plastique ou en pleine terre. (LM ES 106). Plantation 1967

3) Plantation :

La densité optimum de plantation est celle qui correspond au rendement hectare maximum. Etant donné que les palmiers se concurrencent par les racines et par les feuilles, il faut donc tenir compte de plusieurs facteurs : tels que la fertilité du sol, la pluviosité et l'ensoleillement, le matériel végétal utilisé (pour ce dernier interviennent à la fois le potentiel de production et l'âge).

Les observations faites sur la production cumulée d'au moins 15 années, montre la supériorité de la disposition en triangle sur celle en carré. La figure 10 donne la production comparée de ces deux dispositions, ainsi que les densités optimums.

En bonnes conditions moyennes, on plantera donc de préférence en lignes équidistantes de 7,80 m et avec des écartements de 9 m sur la ligne ; ce qui correspond à 143 arbres/ha disposés en triangles équilatéraux de 9 m. En orientant les lignes nord-sud les palmiers bénéficieront du maximum d'ensoleillement.

La disposition en quinconces à 8,50 m sur 8,50 m, que nous avons mentionnée à propos de la préparation du terrain, donne 140 arbres/ha ce qui ne doit guère diminuer le rendement et présente des avantages sur le plan économique.

La plantation sera divisée en parcelles aussi égales que possible, afin de faciliter l'organisation du travail.

Pour limiter le portage, mais aussi pour économiser sur le réseau routier, on retiendra, chaque fois que les conditions le permettent, un dispositif en blocs carrés de 100 ha, délimités par des routes, les blocs étant découpés par des pistes secondaires en parcelles de 500 m x250 m (soit 8 parcelles de 12,5 ha). Pour le repérage , on attribue une lettre par bloc et un nombre de deux chiffres par parcelle (la dizaine pour indiquer la position dans le sens Nord-Sud , et l'unité dans le sens Est-Ouest).

Le réseau routier doit permettre de circuler en toute saison.

a) époque de plantation et mise en place : la mise en place se fera en début de la saison des pluies. Elle ne présente rien de très particulier ; qu'il suffise de rappeler que le piquetage doit être soigné, que la deuxième trouaison doit se faire le jour même de la plantation, que le collet du jeune palmier doit être juste au niveau du sol, et qu'il faut bien tasser autour de la motte.

b) premiers soins :

- pose du grillage : la pose d'un cylindre de grillage à mailles de 15 mm (circonférence 70 cm, hauteur 25 cm) est indispensable entre les rongeurs et surtout les agoutis. On enlève les grillages après deux ans et ils peuvent resservir.

- paillage : indispensable également, on le réalise soit avec une couronne épaisse de débris végétaux, soit avec du polyéthylène noir perforé (1,30 au carré environ) ce qui est à la fois économique et efficace contre les mauvaises herbes.

- ombrage : il peut être utile dans les régions limites, et on utilisera pour celà 3 demi-palmes fichées en terre et liées au sommet.

- fumure : en fin de saison des pluies on fera un apport de fumure minérale destiné à accélérer la reprise.
  L'engrais est épandu en couronne, à l'aplomb de l'extrémité des feuilles et très légèrement enfoui (sous le paillage).

c) main d'oeuvre nécessaire : s'il n'est pas inutile de savoir que les différentes opérations de la plantation représentent environ 14 journées/ha, il est très important de noter que cette main d'oeuvre doit être entrainée, spécialisée et bien contrôlée, le prix de revient de la mise en place ne se calculant pas sur le nombre de journées utilisées, mais d'après le pourcentage de reprise, qui doit être d'au moins 95 %.

d) replantation des vieilles palmeraies : les observations faites à La Mé comparant la croissance entre plantation et replantation, montrent que celle-ci est nettement inférieure en replantation. Cet effet dépressif n'est pas dû à la dégradation du sol, mais à l'absence de la fumure exceptionnelle que constitue l'abattage de la forêt.
Des recherches pour la régénération du sol avant replantation sont en cours.

II ENTRETIEN DE LA PLANTE

1) Soins divers :

a) jeunes plantations : il est indispensable que les jeunes palmiers soient dans de bonnes conditions, d'où

- entretien des ronds : à la matchette ou à la houe, aucun desherbant chimique n'ayant encore donné de résultats applicables en pratique industrielle (trôp couteux et risques de toxicité).
  Il faut dégager au delà de l'aplomb des feuilles lorsque celles ci viennent à toucher le sol, sinon la plante de couverture s'en sert de tuteur.
  Six, puis quatre passages annuels sont nécessaires.

- entretien de l'interligne : rabattage de la plante de couverture et coupe du recru.

- élagage : il se limite à la coupe annuelle des feuilles sèches jusqu'à l'entrée en production ; ensuite on taille un peu plus pour faciliter la récolte, mais on laisse toujours deux palmes sous les régimes en formation.

- castration : méthode nouvelle, la castration précoce(suppression de l'inflorescence avant 30 jours) pendant 14 à 20 mois, évite la la formation de régimes plus ou moins récoltables (danger de pourriture si on ne procède pas à ces petites récoltes très onéreuses) et accroît la production de la première année de récolte industrielle, le poids moyen des régimes dépassant 5 kg.
  On passe une fois par mois, à partir du moment ou 50 % des arbres portent une inflorescence. Celle-ci est cassée par basculement latéral, soit à la main (avec des gants) soit de préférence avec l'outil mis au point par l'IRHO (voir figure 8). On badigeonne la plaie avec un mélange huile/ fongicide/insecticide.

b) Plantations adultes : l'entretien commencé dans la jeune palmeraie est continué avec quelques modifications.
La plante de couverture va disparaitre vers la sixième année de plantation. Les interlignes dégagés pourront être entretenus mécaniquement au gyrobroyeur (5 passages par an à La Mé).
Pour l'entretien des ronds, le paraquat continu à être le seul désherbant chimique moins coûteux que le désherbage manuel ; 4 applications sont nécessaires dans l'année, revenant à 2000 F cfa/ha avec des pulvérisateurs à dos.
Le diamètre des ronds doit tenir compte de la dispersion des fruits à la chute du régime. On a calculé le diamètre "économique" en fonction du niveau de production, de la hauteur des arbres, du type de récolte

et du côut de l'entretien à l'unité de surface.

2) nutrition minérale :

sans compter les racines et le tronc, un palmier élabore chaque année environ 150 kg de feuilles, 20 kg d'inflorescences mâles et de 80 à 150 kg de régimes.

Après des besoins de croissance particulièrement intenses entre 2 et 6 ans, surtout en azote, le palmier a ensuite des besoins d'entretien et de production non négligeables.

Une récolte de 15 t. de régimes/ha exporte environ

70 kg pour N et pour K

10 kg pour P , Ca et Mg

Si le bilan azoté apparait généralement équilibré dans une palmeraie adulte (rôle des pluies, et aussi des azotobacter du sol, et des rhizobium de la couverture malgré le peu de nodosités), par contre le bilan potassique est déficitaire et les carences en sont particulièrement intenses dans l'Ouest Africain.

a) contrôle de la nutrition minérale : le diagnostic foliaire.

l'analyse foliaire s'avère le moyen le plus efficace pour juger de l'état de nutrition d'une plantation et de ses besoins éventuels. C'est d'ailleurs la seule méthode économique pour le contrôle de superficies importantes, l'expérimentation agronomique proprement dite n'étant à la portée que des stations de recherches.

La comparaison des résultats de nombreux éssais de fertilisation a permis de relier les rendements à des pourcentages d'éléments minéraux, et de déterminer ainsi des "niveaux critiques". Il est maintenant bien établi qu'il est tout à fait inutile de faire un apport supplémentaire d'engrais une fois atteints les niveaux critiques des différents éléments minéraux, ce qui est une sécurité et une source appréciable d'économies.

Les modalités du diagnostic foliaire chez le palmier rappellent celles indiquées pour le cocotier; les prélèvements se font le matin, en saison sèche (les carences en K sont plus accusées) et au moins 36 h après une pluie dépassant 20mm. La feuille à prélever est la 17ème, la n° 1 étant la plus centrale dont au moins la moitié supérieure des folioles sont séparées. La phyllotaxie étant 3/8 avec une dispo-

sition analogue au cocotier, les feuilles 1,9 et 17 se trouvent approximativement superposées.

Jusqu'à 12 ans, le repérage est facile et la taille des arbres permet de prélever les folioles sans couper la feuille.

Plus tard on procèdera différemment. En principe le tiers inférieur du rachis de la feuille de rang 17 fait avec le stipe un angle de 45 °. On utilisera ce critère après avoir vérifié par sondage que cette concordance est exacte ; en effet, l'état physiologique, l'origine génétique et les techniques culturales peuvent la faire varier.

25 prélèvements sont nécessaires pour constituer un échantillon moyen, chaque prélèvement étant composé de 4 folioles médianes (de position supérieure et inférieure) dont on ne conserve qu'un fragment comme indiqué sur le dessin

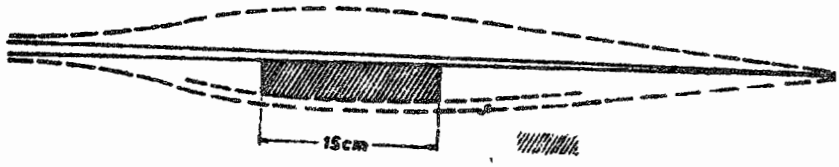
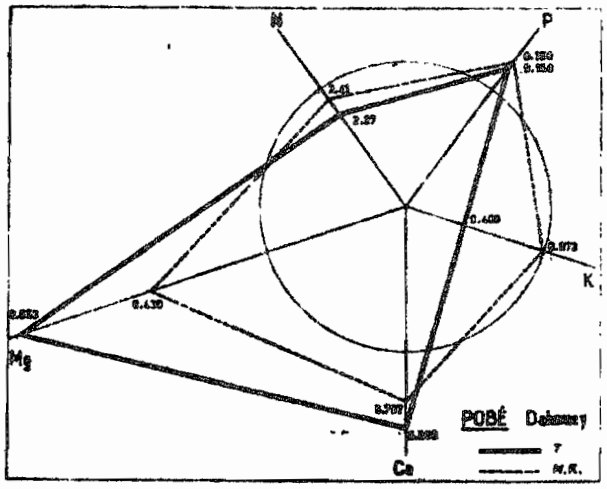
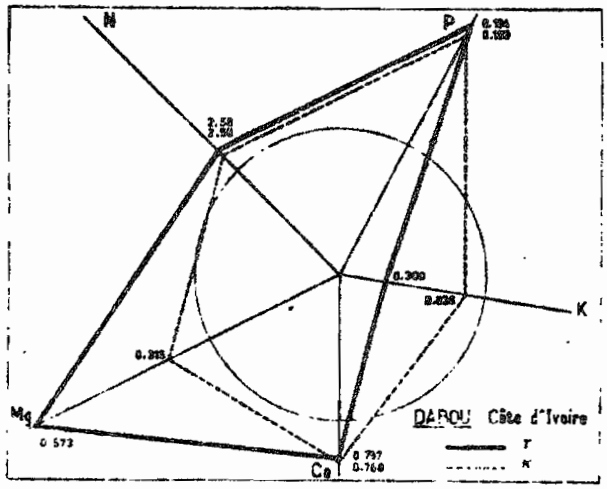


Schéma d'une foliole indiquant en hachure la partie conservée

Les graphiques ci-après illustrent la représentation que l'on peut donner des différents niveaux critiques, des valeurs observées chez le témoin, et de celles obtenues après correction de la nutrition minérale.





Représentation pentagonale du diagnostic foliaire. Les niveaux critiques sont portés sur un cercle de référence en choisissant une échelle appropriée pour chaque élément. Les fumures apportées rétablissent l'équilibre de la nutrition minérale.

Il est bon de savoir que les niveaux critiques portés sur le même cercle de référence par le choix d'une échelle appropriée, sont les suivants :

N 2,50 % de la matière sèche
P 0,15
K 1,0
Ca 0,6
Mg 0,24

b) <u>action des différents éléments</u> :

- <u>Potassium</u> : les palmeraies de l'Ouest africain sont en général déficientes en potassium, mais cependant différemment selon le type de sol.

Sur les sables tertiaires ferralitiques des zones forestières les apports de potassium ne sont pas indispensables, du moins au départ. On interviendra seulement lorque le niveau de K compris entre 0,850 et 1,000 baisse sensiblement au cours de deux années consécutives. Au dessous de 0,850, l'IRHO a établi un barème d'intervention qui est le suivant :

pour des arbres ayant 2 années de plantation :0,500 kg K Cl/arbre
pour des arbres ayant 3 années de plantation :0,750 "
pour des arbres de + de 4 " de plantation :1 à 2 kg "

On réduit, ou même suspend la fumure, dès que la teneur en K se maintient deux années consécutives au dessus du niveau critique.

Sur sol de savane, comme a Dabou, ou sur les terres de barre du Dahomey, l'apport de potassium est indispensable dès la plantation. La déficience est "native". L'apport de potassium peut-être spectaculaire ;tombée à environ 3 t/ha de régimes en 1946, la plantation de Dura Deli de Dabou ne présentait plus dans les feuilles qu'un niveau de 0,3 % de K. Avec 1 kg de K Cl/arbre/an on relevait très rapidement la production, pour atteindre 12t/ha en 1954, soit 6 fois le témoin de cette année là.
Pour les nouvelles plantations, il est conseillé d'appliquer un barème assez proche de celui indiqué pour les sols de forêt, mais en commencant systématiquement dès l'année de plantation.

A noter que l'action de la fumure potassique est très rapide

et présente cependant une longue rémanence, puisque l'on a pbservé des effets résiduels après 6 ans.

- Azote : il peut être bon de prévenir les carences en azote du jeune âge par un apport de sulfate d'ammoniaque ou d'urée, carences qui sont plus à craindre en sol de savane qu'en sol de forêt.
  Les essais conduits à La Mé démontrent une légère action sur la production du jeune âge, mais sans qu'il soit nécessaire d'envisager une application d'azote au delà des deux premières années.

- Magnésium : la déficience en Mg, qui accompagne celle en K dans la zone de Dabou, se rencontre plus fréquemment lorsque l'on va vers l'Est : Nigéria, Cameroun, cuvette congolaise.
  A Dabou, 50 g de Kiésérite ou 100 g de sulfate de magnésie par arbre à la plantation et 125 g de kiésérite ou 250 g de sulfate les deux années suivantes, ont augmenté le poids des premiers régimes de 14%.

- Phosphore : l'utilité d'apporter une fumure phosphatée n'est signalée pour l'instant qu'en Malaisie, où sur sols sédimentaires, la carence phosphorée accompagne une carence azotée.

- Oligo-éléments : la seule recommandation concerne le bore en Colombie, où des études ont conduit à en recommander l'application à l'aisselle des feuilles quand les teneurs sont inférieures à 8 ppm.

3) Lutte contre les ennemis :

Les problèmes sanitaires ne sont jamais clos, et l'extension de la culture du palmier dans les régions nouvelles en font apparaitre de nouveaux. Nous retiendrons les plus importants actuellement, en notant qu'assez curieusement, le palmier a souvent été considéré comme exempt d'ennemis. De fait, c'est partiellement vrai dans les peuplements naturels.

a) insectes parasites :

- Oryctes et augosomes, déjà mentionnés sur cocotier.
  La lutte biologique contre Oryctes est à l'étude en Extrême-Orient (dégats sérieux à Sumatra) et dans le Pacifique par introduction des guêpes Scolia de Madagascar.

- Strategus : très voisin d'oryctes mais plus difficile à détruire, ce coléoptère est sud-américain.

-les Rhyncophores : ces charançons, qui sont les parasites de blessure, sont nuisibles par leur larves, que l'on accuse également d'être vecteurs des nématodes de l'anneau rouge sur cocotier, maladie qui existe également sur le palmier à huile.
On compte 10 espèces nuisibles sur palmier,qui pullulent en toutes saisons selon les facilités qu'ils rencontrent. On luttera préventivement en détruisant les palmiers morts et en éliminant les voies pénétration par mastiquage des coupes au mastic à greffer ou à la graisse.

- les Temnoschoites, dont Temnoschoïta quadripustulata est le plus fréquent, sont des charaçons plus petits que les précédents; on luttera contre eux de la même façon et, en pépinière, en pulvérisant de la dieldrine (0,3 % de m.a.) ou en poudrant avec HCH à 20 % (10g/plant) toutes les 3 semaines. Se méfier des matières végétales fraiches ou en décomposition qui les attirent.

- Cœlaenomenodera elaeidis est un petit coléoptère jaune pâle, aux élytres rougeatres, dont les adultes creusent des sillons d'environ 1 cm de long sur les folioles. Après l'accouplement qui a lieu à la face inférieure des palmes, la femelle creuse une cavité et y pond; les larves vont creuser le limbe et s'y nymphosent donnant à la foliole un aspect boursouflé. Le limbe déssèche à l'endroit des galeries et il peut être nécessaire d'intervenir chimiquement.
Ce parasite est la préoccupation première du service de la défense des cultures à La Mé. A raison d'un seul traitement par cycle du parasite (dont le cycle complet est de 97 jours), 4 interventions sont nécessaires dans l'année, qu'il sera très important de situer tout de suite après l'éclosion de la majorité des oeufs.
L'insecticide le plus efficace est le parathion, dont l'emploi est dangereux, mais qui, étant pratiquement détruit dans les 10 jours, ne risque pas de se retrouver dans l'huile, comme ce serait le cas avec les organo-chlorés.
Les traitements nécessitent des atomiseurs puissants, débitant 100 à 400l/ha contenant 0,2 à 2 kg de matière active.

- Parasa : les jeunes chenilles rongent le limbe des feuilles ; heureusement très sensibles aux variations climatiques, il peut cependant être necessaire de traiter les jeunes plantations (DDT en pulvérisation).

- la Zygène (Chalconicles Catori) dont les chenilles hérissées de poils blancs et noirs font des dégâts assez semblables à Parasa, relève des mêmes traitements, que l'on s'efforcera de limiter à la circonscription des foyers.

- Primelephila Ghesquieri est une pyrale dont les chenilles creusent des galeries dans la flèche ; les palmes peuvent se casser, ou bien en s'ouvrant montrent des trous disposés en ligne perpendiculaire aux axes des folioles.
  Les attaques sont à redouter en pépinière et en lisière forestière des jeunes plantations. La pyrale étant sensible aux insecticides, 4 traitements annuels seront suffisants (DDT ou HCH, en pulvérisation ou en poudrage) à condition de bien atteindre la base des flèches.

- Zophopetes dysmephila n'occasionne que des dégâts mineurs en Afrique de l'Ouest mais, en Colombie, ce Psychide nécessite une surveillance constante. Son extension serait limitée par un prédateur naturel.

b) autres animaux nuisibles : à côté de rongeurs arboricoles aui s'attaquent aux régimes, surtout en Malaisie, il faut rappeler les dégâts que peuvent causer rats et agoutis dans les jeunes plantations.
Si une protection par grillage suffit pour les agoutis, contre les rats il faut utiliser la lutte chimique (anti-coagulants à base de coumarine par exemple) ; celle-ci nédessite des appâts empoisonnés, à base de maïs, dont la concentration en produit doit-être efficace en une seule absorption, pour toutes les espèces, et sans rendre les rongeurs méfiants.

c) maladies

- le wilt, dû à Fusarium oxysporum f. elaeidis, est la maladie la plus sérieuse, en particulier en Nigéria et au Congo. La maladie est surtout connue sur les vieux arbres, et se manifeste par les cassures de plus en plus nombreuses des palmes, qui restent pendantes. D'autres

symptômes existent, mais seuls les symptômes internes permettent de diagnostiquer la fusariose (brunissement des vaisseaux du bois).
La maladie est sans remède, mais n'affecte heureusement jamais plus de 1 à 2 % des arbres. L'environnement et les conditions culturales influencent la sensibilité des arbres à la maladie, et en particulier la carence du sol en potasse favoriserait les attaques de la maladie. On a également remarqué qu'il existe des différences de sensibilité entre géniteurs, qui seraient héréditaires.
C'est également un Fusarium qui est responsable de tâches nécrotiques qui apparaissent symétriquement par rapport à la nervure des folioles de la flèche. Les arbres atteints sont improductifs, et comme la prédisposition à cette maladie semble héréditaire on s'abstiendra d'utiliser des géniteurs présentant des déchiquetures des folioles.

- pourriture du coeur : celle-ci se manifeste par la disparition de la flèche, et la mort de l'arbre si la pourriture atteint le bourgeon. Celle-ci fait suite à des attaques d'insectes (pyrales, Oryctes) mais aussi à des perturbations physiologiques dues aux conditions édaphoclimatiques.

- Pourriture du tronc : il s'agit d'une pourriture sèche due à Ganoderma, champignon qui s'attaque surtout aux vieux arbres.

- Pourridié : pourriture humide des racines et du tronc, causée par Armalariella mellea, cette maladie sans remède se manifeste souvent par l'inclinaison du palmier avant même que la flèche n'ait été atteinte par la fanaison. L'incinération du bois d'abattage favoriserait cette affectation.

- anneau rouge : déjà signalée sur cocotier, cette maladie est due à un nématode, mais dont on ne sait pas comment il pénètre dans le palmier ; les rhyncophores sont soupçonnés de jouer un rôle de vecteur.

- le blast est une maladie des pépinières. Elle touche les jeunes plants ayant entre 4 et 10 mois de pépinière et particulièrement dans les régions où l'insolation est forte en fin de petite saison des pluies.

Deux champignons, un Pythium et un Rhizoctonia seraient responsables; les plants brunissent, flétrissent et se dessèchent comme s'ils avaient subi un coup de chaleur intense. Les plants s'arrachent faci.-

lement, les racines étant pourries.

Le seul moyen de lutte est d'ombrager soigneusement les plants pendant la période critique.

- la cercosporiose due à Cercospora elaeidis est également une maladie de pépinière et du jeune âge, se traduisant par une moucheture orangée piquetée de points noirs. On lutte contre cette"rouille" par des pulvérisations de zinèbe (0,2 % de m.a.), les produits cupriques étant phytotoxiques ; il est indispensable de bien mouiller la face inférieure des folioles et recommandé d'ajouter un mouillant.

Bien que non limitative, cette liste d'affections est donc déjà longue. On aura constaté en la parcourant que c'est le plus souvent la lutte préventive qui a des chances d'être efficace.

La surveillance des plantations doit être permanente et attentive, de façon à pouvoir circonscrire rapidement les foyers qui apparaitraient.

4) Récolte :

Elle est une des activités de l'elaeicylture qui devrait retenir le maximum d'attention. Elle est à la fois importante par le volume de travail qu'elle représente, donc de main-d'oeuvre (environ la moitié de l'effectif des travailleurs d'une plantation), et délicate parce que de la maturité des régimes dépend la quantité et la qualité des produits finis obtenus.

En fait, le critère de maturité retenu pour la récolte, est un compromis économique. La phase de maturation dure environ 15 jours et tous les fruits ne sont pas à leur maximum de richesse en huile, lorsque les premiers se détachent spontanément. On ne peut cependant attendre que trop de fruits soient détachés, car la récolte serait plus onéreuse, moins totale (on répère incomplètement les fruits détachés) et la qualité de l'huile diminuée (la matière grasse des fruits tombés est plus acide).

Il est donc impossible de définir des critères rigides, d'autant que la saison, l'origine génétique des arbres, et leur hauteur, ont chacune leurs incidendes. Disons que

- le fruit mûr est brun-rouge au sommet et rouge orangé à la base, suintant de l'huile quand on le pique ; la pulpe est jaune avant maturité et orangée ensuite.

- le régime peut-être considéré comme mûr si au moins 20 fruits se détachent sous la pression du doigt et bon à couper si au moins 5 fruits sont tombés spontanément.

- la récolte est considérée comme satisfaisante si le poids des fruits détachés ne dépasse pas 12 % de l'ensemble et s'il y a moins de 2% de régimes verts.

- coupe : selon l'âge du palmier on utilisera le ciseau de récolte, la matchette ou la faucille (ou couteau malais)emmanchée sur un long bambou. Lorsque la taille des palmiers ne permet plus d'atteindre les couronnes, il faut disposer d'échelles, ou grimper.

Les problèmes de ramassage (régimes et fruits détachés) et de transport, d'organisation et de contrôle de la récolte sont très différents selon qu'il s'agit de palmeraie intensive ou de palmeraie villageoise. Nous ne pouvons entrer dans les détails du premier cas.

Pour le second, la collecte, c'est à dire l'achat des régimes par les huileries industrielles, doit reposer sur une organisation stricte dont le schéma est le suivant : chaque secteur d'achat est confié à un "acheteur" qui est l'intermédiaire permanent entre les producteurs et l'usine. Celui-ci procède à des tournées d'achat très régulières au cours desquels il contrôle la marchandise proposée, la pèse, la paye (accompagné d'une fiche indiquant toutes les coordonnées de la transaction)et la regroupe sur un emplacement désigné par l'usine. Le lendemain, l'acheteur annonce à l'ouverture de l'usine le tonnage acheté et accompagne la tournée de ramassage. L'acheteur est remboursé pour le poids contrôlé au pont-bascule et payé par une prime par tonne de régime acheté.

III - PROBLEMES D'EXPLOITATION

Tous les problèmes soulevés par la culture du palmier à huile se ramènent au facteur restrictif que constitue le traitement des régimes. Comme nous le verrons plus avant, le traitement des régimes implique des opérations nombreuses et diverses lesquelles, en l'absence d'installations très complètes et onéreuses, necessitent beaucoup de main-d'oeuvre. Alors qu'il faut moins d'une journée pour traiter industriellement 1 t. de régimes, il en faut 20 manuellement, et pour un rendement faible et de médiocre qualité.
Ce qui est possible tant que la cueillette se limite aux possibilités de la palmeraie naturelle non améliorée, ne l'est plus dès que les rendements augmentent et qu'un débouché permanent vers une huilerie régionale n'existe pas .

Une production importante, qu'elle soit le fait de grandes sociétés ou de groupements coopératifs, implique la proximité d'une unité industrielle en mesure de collecter et traiter la production. Le prix de vente du produit fini étant relativement bas, il est indispensable que les frais de fabrication soient minimum, ce qui implique le traitement d'un tonnage élevé, collecté dans des conditions aussi favorables que possible.
Un plan de développement de la culture du palmier à huile doit donc non seulement prévoir les investissements nécessaires aux plantations, mais prévoir l'approvisionnement minimum de base correspondant à l'équipement initial de l'usine (en l'absence de palmeraie naturelle, il conviendra de créer un bloc de plantation correspondant aux besoins initiaux), prévoir dès l'origine l'extension de l'usine, et se préoccuper de créer l'infrastructure favorable.

Entre la palmeraie naturelle non aménagée, qui ne peut déboucher que sur le traitement familial , et la grande exploitation intensive, il existe des situations intermédiaires.
A partir du moment ou l'installation d'une unité de traitement permet au producteur de se libérer de la fabrication artisanale, il est possible à celui-ci de s'initier aux principes de l'exploitation normale et d'être ainsi préparé à l'étape suivante, qui sera la plantation de palmiers sélectionnés. L'aménagement, l'éclaircie et l'élagage sont des mesures qui entrainent déjà une amélioration sensible de la production, tant en quantité qu'en qualité.

Le tableau suivant montre l'amélioration de la production résultant de l'aménagement progressif et de l'entretien régulier d'une vieille palmeraie de 1000 ha à Grand-Drewin:

années	production régimes/ha	poids moyen régimes	huile de palme % sur régime	huile totale par ha
1949	1770 kg	9,99 kg	9,01 %	173 kg
1955	3490	11,18	9,60	437
1958	5168	11,15	11,03	768

On s'aperçoit à partir de ces chiffres que le travail portant sur la palmeraie elle-même est fort bien rentabilisé. Il l'est encore bien davantage lorsqu'il s'applique à des palmiers sélectionnés à haute productivité.

Nous n'entrerons pas dans les détails des investissements et de l'organisation que necessitent les grandes exploitations ; elles doivent faire l'objet d'une planification aussi rigoureuse que dans toute entreprise industrielle. Tous les chiffres s'y rapportant sont d'ailleurs maintenant bien connus.

Ce qu'il est tout de même interessant de savoir c'est qu'une plantation de 1000 ha n'est pas une unité d'un volume suffisant lorsque l'huile doit être vendue aux cours mondiaux. En effet, sur la base d'une production hectare de 3000 kg d'huile de palme et de 300 kg d'huile de palmiste, le prix de revient du kg dans une unité de 1000 ha est de 45 F cfa, alors que le prix mondial était, en Décembre 1962, de 42,50 nu-usine. Il faut 3000 ha pour pour descendre à un prix de revient de 35 F; prix dans lequel les intérêts et les amortissements interviennent pour 45 %, la récolte et le transport pour 20 %, l'entretien de la plantation et la fumure pour 15 %, et l'usinage pour 20 %.

D - TRAITEMENT DES PRODUITS ECONOMIE

I - TECHNOLOGIE

La qualité de l'huile de palme ne dépend pas seulement des soins apportés à la cueillette, mais aussi de la rapidité avec laquelle les régimes sont traités en huilerie.

Nous ne citerons donc que pour mémoire les méthodes ancestrales d'extraction, de même que les installations artisanales ou même semi-industrielles.

Seules les huileries industrielles permettent un contrôle rigoureux de la fabrication et l'obtention de rendements élevés et de première qualité, mais elles nécessitent des investissements importants en raison de la complexité des opérations à réaliser.

Nous n'en donnerons ici qu'un très bref résumé :

Divers stades de la fabrication : se reporter aux figures n° 11 et 12 :

1) stérilisation :

but : éviter le développement de l'acidité et faciliter le détachement des fruits.

moyen : vapeur d'eau sous pression (3kg, 130°,45 minutes)

2) égrappage :

but : séparation rafles et fruits.

moyen : chocs répétés dans une "cage d'écureil".

3) malaxage :

but : préparation des fruits en vue d'une bonne séparation de l'huile.

moyen : trituration de la masse des fruits à une température voisine de 100 ° et injection de vapeur sous pression.

4) extraction :

but : séparer l'huile des tourteaux (fibres + noix).

moyens : presses (hydrauliques ou continues), essoreuses centrifuges ou malaxage lavage . (wet - process)

5) clarification :

but : séparation de l'eau, des mucilages et autres impuretés.

moyen : décantation statique ou par centrifugation.
A l'usine IRHO de La Mé l'huile est d'abord dégrossie sur un tamis vibrant puis envoyée dans une colonne d'ébullition ou sa température est remontée de 65° à 90° par des injections de vapeur. Elle passe ensuite à travers les 4m3 d'eau à 90/95° du décanteur primaire, avant d'aller au réchauffeur où sa température atteint 105/110°, et au déshydrateur et être enfin refoulée dans les tanks de stokage.

6) finition de l'huile :

but : réduire le taux d'humidité et éliminer des impuretés.

moyens : chauffage, séchage, filtration ou centrifugation.

7) défibrage : (éventuellement précédé d'un émottoir)

but : séparer noix et fibres.

moyens : défibreuses à cages ou à ventilation.

8) conditionnement des noix :

but : favoriser la séparation de l'amande et de la coque.

moyen : séchage pour réduire l'humidité des noix de 25 à 12%.

9) concassage des noix :

moyen : concasseur centrifuge.

10) séparation des amandes :

moyens : triage à sec, par densité ou par hydrocyclone.

II - PRODUITS ET UTILISATION

1) Huile de palme :

non raffinée, elle est jaune plus ou moins orangé en raison de la présence de caroténoïdes plus ou moins abondants selon les facteurs climatiques.

Le point de fusion, influencé par la saison de production et le type de palmeraie , se situe entre 25 et 40° C. L'huile de palme est caractérisée par une très forte teneur en acide palmitique.

Le conditionnement des huiles de palme se fait selon des normes de qualité dépendant de la couleur, de l'acidité, de la teneur en eau et des impuretés. Les pays francophones appliquent toujours la norme française définissant 5 types commerciaux. En Nigéria, le classement se fait en 4 catégories.

Le transport, selon la nomme française, doit se faire en fûts métalliques lourds ou en vrac dans des tanks, le bois n'étant autorisé que pour la dernière catégorie.

Il n'existe pas en France de "fonds de soutien", comme le Marketing Board en Nigéria, mais il y a une entente directe entre Syndicats des producteurs de la zone franc et les utilisateurs, avec la collaboration des Pouvoirs Publics. Elle garantie aux producteurs l'écoulement de leur marchandise à un prix de base susceptible de bonifications et réfactions selon l'acidité à l'arrivée.

En raison de leur faible acidité, les huiles de palme obtenues industriellement servent essentiellement en alimentation (margarinerie, graisses végétales) ; on peut les fractionner en une partie liquide et une partie solide avant de les utiliser.

Comme emploi industriel, il y a toujours la savonnerie pour les huiles trop acides, mais aussi le laminage à froid des tôles minces en sidérurgie, et de sérieuses perspectives dans diverses industries de transformation.

2) palmistes :

les amandes dont l'humidité doit être ramenée à 5-7 % pour une bonne conservation, renferment environ 50 % d'huile, dont l'extraction se fait généralement en Europe.
L'huile de palmiste est concrète à 15° ; sa saveur et son odeur sont celles de la noisette. Comme l'huile de coprah elle est très riche en acide laurique d'où son indice de saponification très élevé.

Malgré son intérêt pour la savonnerie, le principal débouché est, après raffinage, l'alimentation (margarine, graisses diverses).

3) Sous-produits :

il s'agit des rafles, des fibres et des coques. D'une façon générale on les utilise dans les chaudières des huileries.
On pourrait envisager la récupération de caroténoïdes, mais il y a la concurrence du carotène de synthèse ; et la fabrication de furfural, mais la production des USA à partir de déchets cellulosiques n'est pas concurrencable non plus.

Les rafles peuvent entrer dans la fabrication de certains papiers ou de panneaux utilisables en construction et en menuiserie.

III - PRODUCTION ET COMMERCE

Après une extension rapide au lendemain de la dernière guerre, m la production mondiale d'huile de palme et de palmiste s'est stabilisée à partir de 1955 aux alentours de 1 500 000 t. Etant donné l'augmentation de la consommation des matières grasses, les huiles d'Elaeis marquent quelque retard, que l'extension des plantations au cours de ces dernières années dans un certain nombre de pays, comme la Côte d'Ivoire, devrait combler sous peu.

Alors que les importations ont considérablement fléchi aux Etats Unis, en raison de l'extension du soja, l'Europe occidentale importe de plus en plus d'huiles d'Elaeis et et le marché se trouve encore loin d'être saturé. Il y a donc un débouché certain pour une production accrue

Statistiques I968

	superficies		production
	plantes	récoltées	régimes
SODEPALM			
blocs	27 338	2 682	I3 734^{t}
sec.villageois	I2 935	I 988	9 838
IRHO			
Mopoyem	3 I63	2 523	I6 005
La Mé	99I	753	5 840
Gr^{d}Drewin	I 424	I 306	5 I83
CFAP Dabou	I 950	I 896	I3 I52
PHCI Cosrou	3 045	I 7I5	I4 2I9
SPHB Bingerville	55I	546	4 229
	5I 447	I3 329	72 200
Collecte palmeraie naturelle			I3 758
			85 958

(auxquelles s'ajoutent I00 000^{t} autoconsommées de palmeraie naturelle).

en Afrique, surtout si celle-ci est de qualité et prix à soutenir la concurrence des autres pays producteurs.

Si le Cameroun le Togo et le Dahomey ont des réalisations en cours pour la modernisation des palmeraies naturelles et la plantation de nouvelles superficies, c'est la Côte d'Ivoire qui a le plan le plus ambitieux. Le palmier à huile est considéré comme le fer de lance de la diversification et constitue actuellement le plus grand projet agricole du pays. A coté des 700 000 ha de palmeraie naturelle, dont le rapport est très faible, on a procédé à des plantations nouvelles sous l'égide de la SODEPALM, créée en 1963. En 5 ans, ont été planté 42 000 ha (soit 6 millions de palmiers) dont 29 000 en blocs industriels et 13 000 en secteurs villageois. Dans le même temps, 2 huileries modernes ont été construites. 20 000 ha et 6 autres huileries sont en cours de création.
L'objectif du plan palmier est de produire en 1975, 170 000 t. d'huile dont 120 000 pour l'exportation (en 1960, le Marché Commun en importait déjà 4 fois autant, dont 15 % seulement en provenance de l'Afrique francophone).

Le tableau suivant résume les perspectives du plan palmier jusqu'en 1980.

	1965	fin 1967	plantat. 67/70	fin 1970	plantati. 71/75	fin 1975	plantati. 76/80	fin 1980
Superficies								
plant. privées		9 300ha	1 700	11 000	2 800	13 800		13 800
blocs industriels		20 200	22 400	42 600	26 000	68 600	25 000	93 600
plant. villageoi.		8 900	12 000	20 900	25 000	45 900	25 000	70 900
TOTAL		38 400	36 100	74 500	53 800	128 300	50 000	178 300
en production		10 900		28 000		86 600		138 300
roduction								
régimes	329 000t			470 000		1 098 000		1 860 000
huile de palme	17 500			45 500		172 600		320 600
palmistes	6 500			19 700		50 400		87 300

Production d'huile de palme et de palmiste (I968)

5 usines (Eloka, IRAHO La M2 et Grand Drewin, CFAP Dabou, PHCI Cosrou):

régimes usinés : 96 II7^{t} I4 336^{t} huile + 4 834^{t} palmistes

exportations : 500^{t} huile de palme
I0 000^{t} (?) palmistes

Un effort financier de 7 063 millions est prévu à la Loi-programme I970/72 pour

- l'achèvement du programme en cours (76 000 ha)
  Le plan palmier marque actuellement un ralentissement (objectif I970 non atteind en surfaces) par manque de capitaux propres.
- la préparation d'un nouveau programme de 20 000 ha dans le sud ouest à partir de I972.

A titre de comparaison, on trouvera ci-après les exportations mondiales d'huile de palme, des principaux pays producteurs pour 1960 :

Nigéria	486 000 t	les moyennes 1957-60 indiquées fig. 13 sont plus élevées
Congo Kinshasa	167 000	
Indonésie	109 000	
Malaisie	92 000	

Que conclure, sinon que les projets en cours de réalisation sont à l'échelle de la place que le palmier est appelé à prendre sur le marché des corps gras. C'est une culture bien placée pour répondre aux immenses besoins en corps gras et dont les avantages sont multiples. Si sa position actuelle n'est pas encore de premier plan, c'est qu'il a fallu attendre les progrès de la palmeraie industrielle et celle aussi de l'équipement des huileries pour faire de cette plante une culture suffisamment riche pour rentabiliser les investissements importants qu'elle necessite.

Bibliographie

SURRE, C. et ZILLER, R :
Le Palmier à huile
G.P. Maisonneuve et Larose 1963.

(I.R.H.O) : Revue "Oléagineux"
" : Rapports d'activités
" : Généralités sur le Palmier à Huile
(cours du Centre de Formation des Cadres Supérieurs).

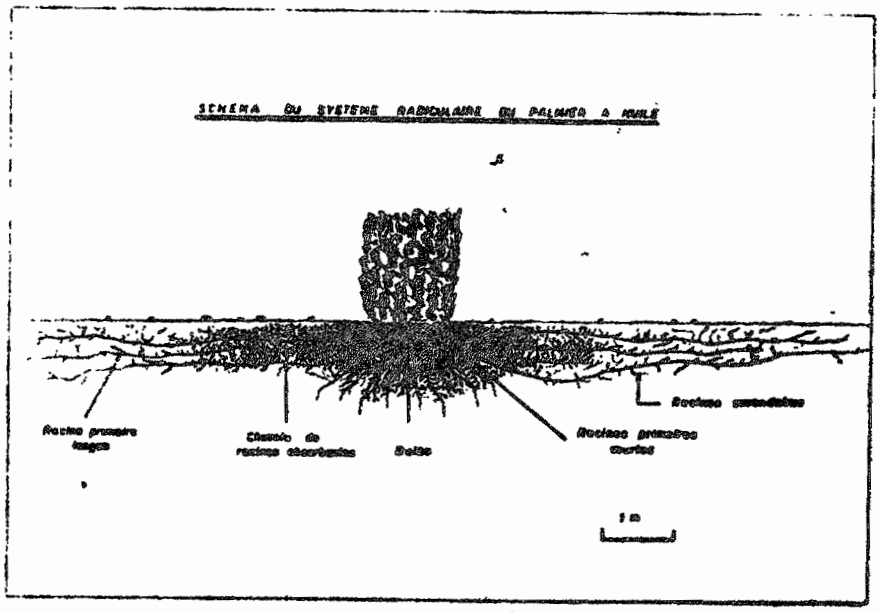

SCHEMA DU SYSTEME RADICULAIRE DU PALMIER A HUILE
Racine primaire longue
Chevelu de racines absorbantes
Bulbe
Racines primaires courtes
Racines secondaires
1 m

fig. 1

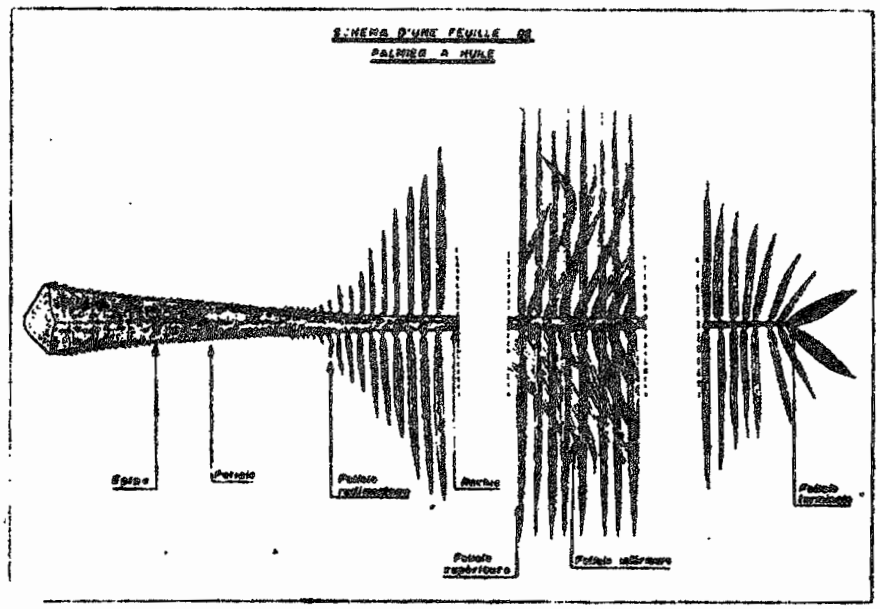

SCHEMA D'UNE FEUILLE DE PALMIER A HUILE
Epine
Petiole
Petiole radiculaire
Rachis
Petiole supérieure
Petiole inférieure
Petiole terminale

fig. 2

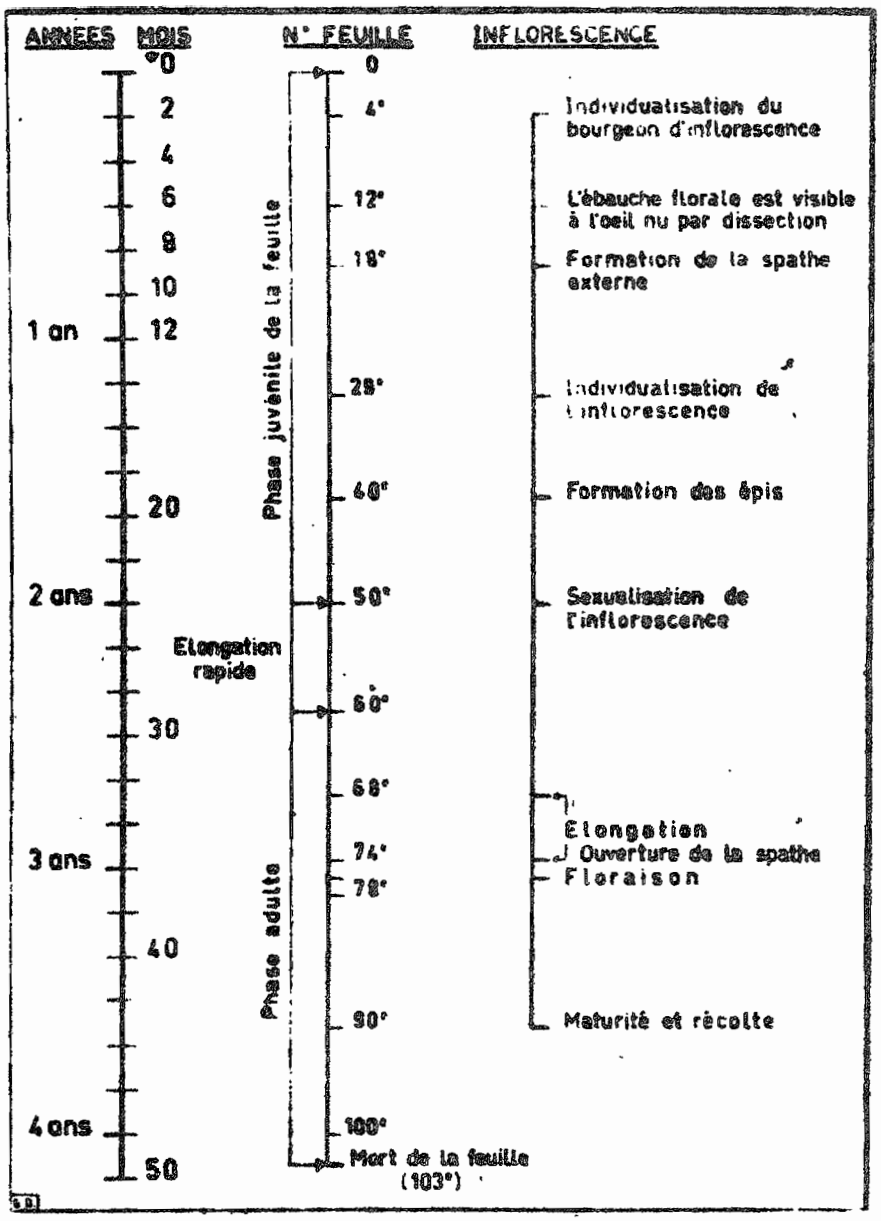


fig. 3

— Chronologie du développement d'une feuille et de l'inflorescence qui lui correspond

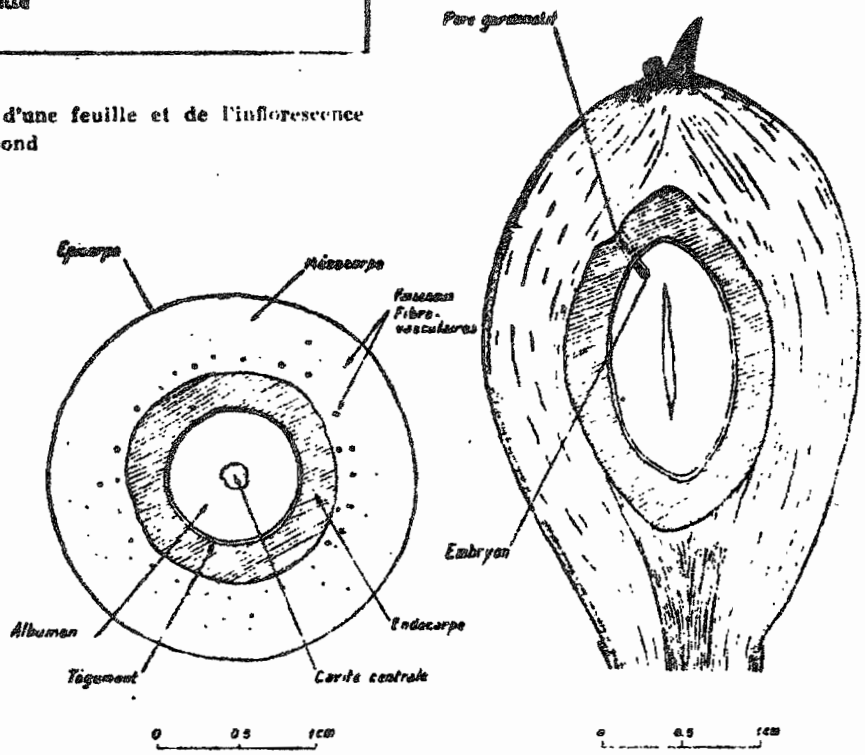


fig. 4

— Représentation schématique d'un fruit de palme. *A gauche* : coupe transversale. *A droite* : coupe longitudinale passant par l'embryon

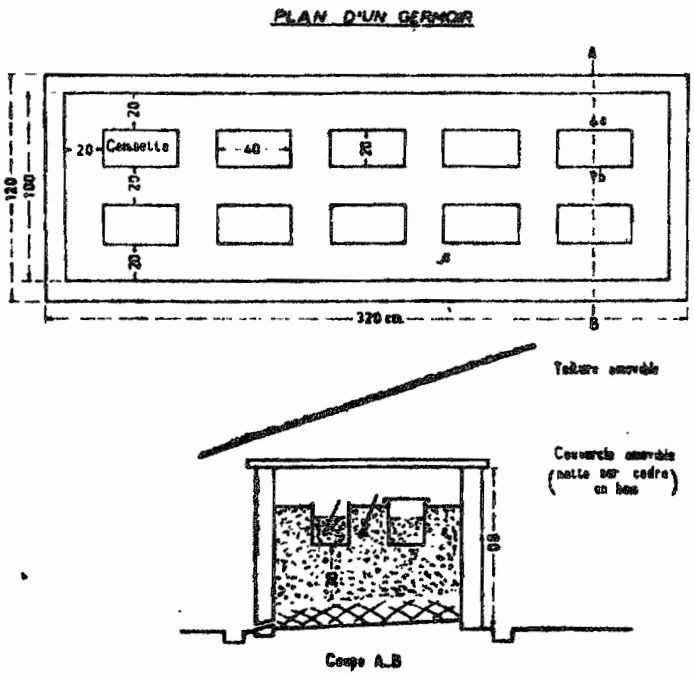
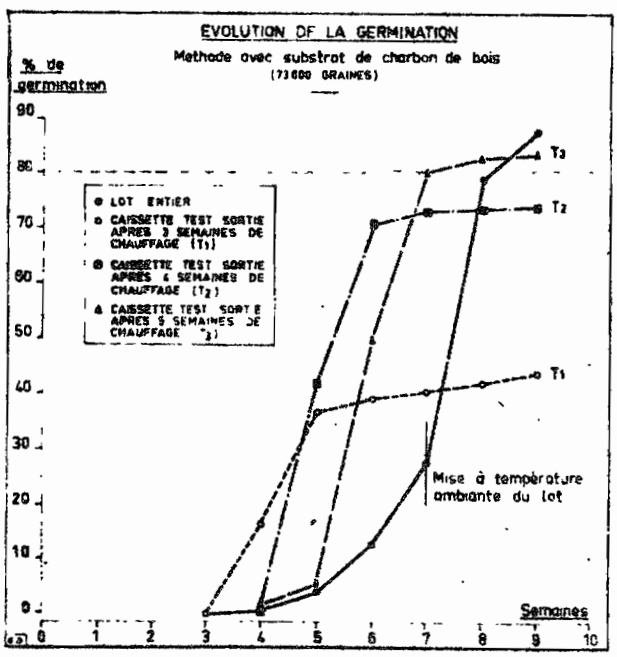


fig. 5

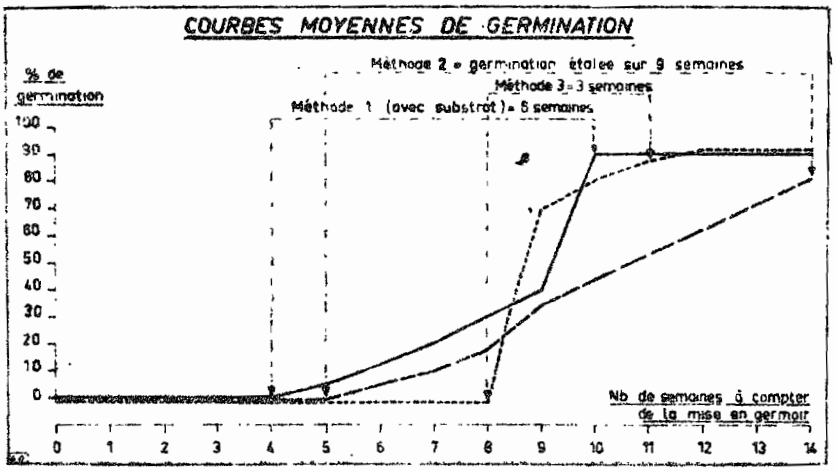
Plan et coupe d'une couche chaude



Evolution de la germination — Méthode avec substrat de charbon de bois

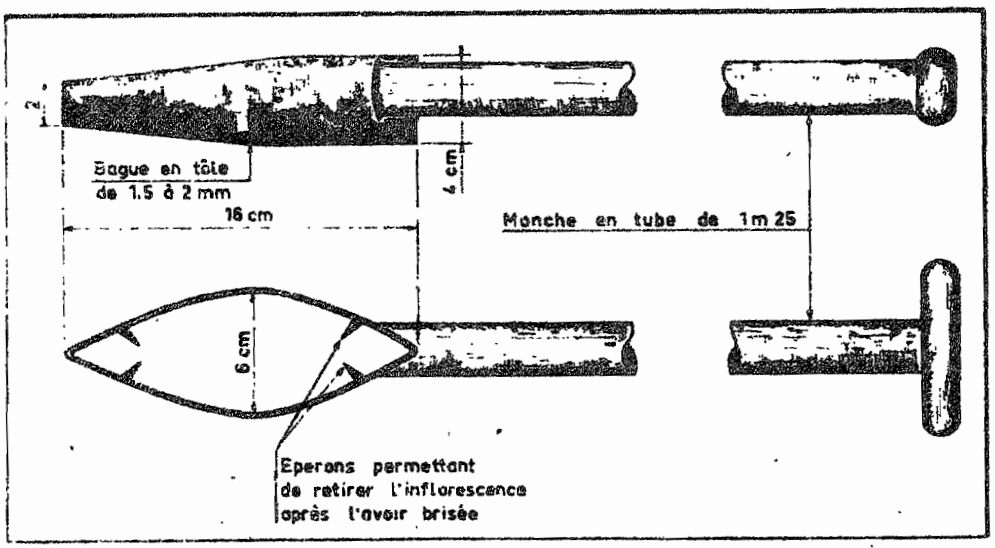
fig. 6

CHOIX D'UNE MÉTHODE DE GERMINATION



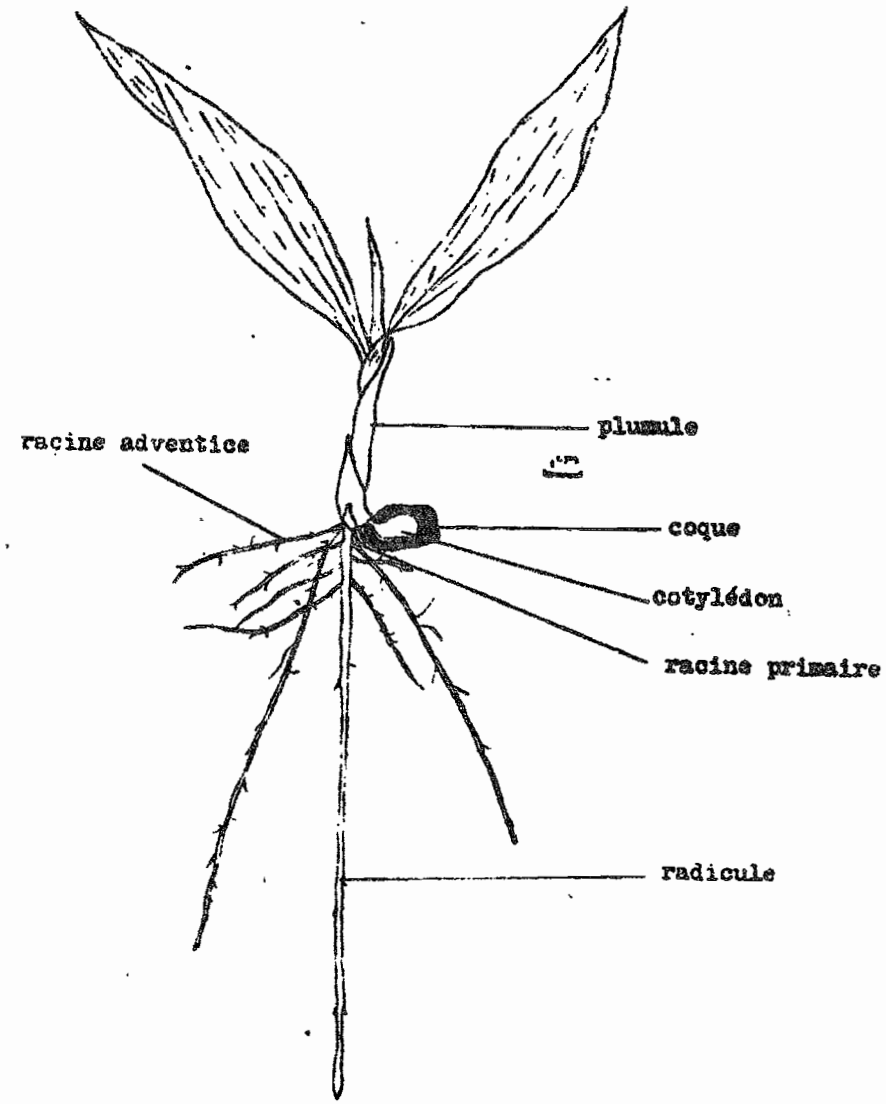
Courbes moyennes de germination selon les trois méthodes décrites.

fig. 7



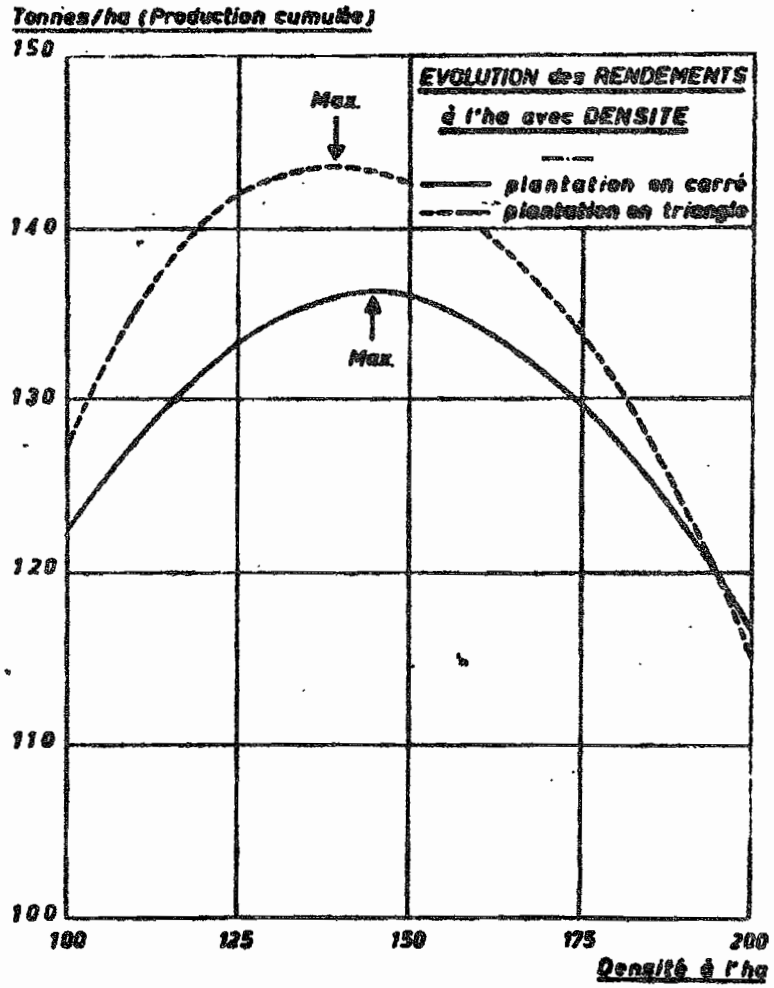
Outil pour la castration du palmier à huile. I. R. H. O. La Mé.

fig. 8



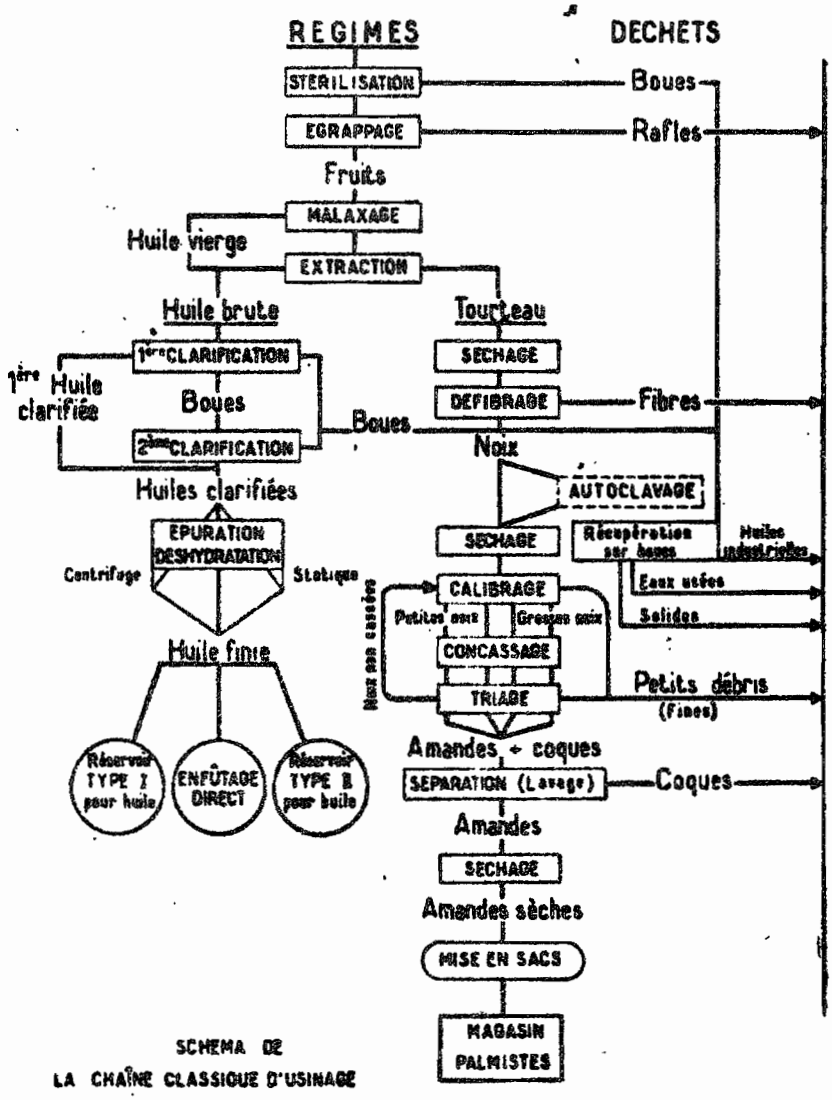
Développement de la plantule du palmier à huile - Deux mois environ après repiquage en prépépinière

fig. 9



— Relation : production cumulée par hectare et densité. Densité optimum d'après Prévot et Ducheyne

fig. 10



SCHEMA 02
LA CHAÎNE CLASSIQUE D'USINAGE

fig. 11

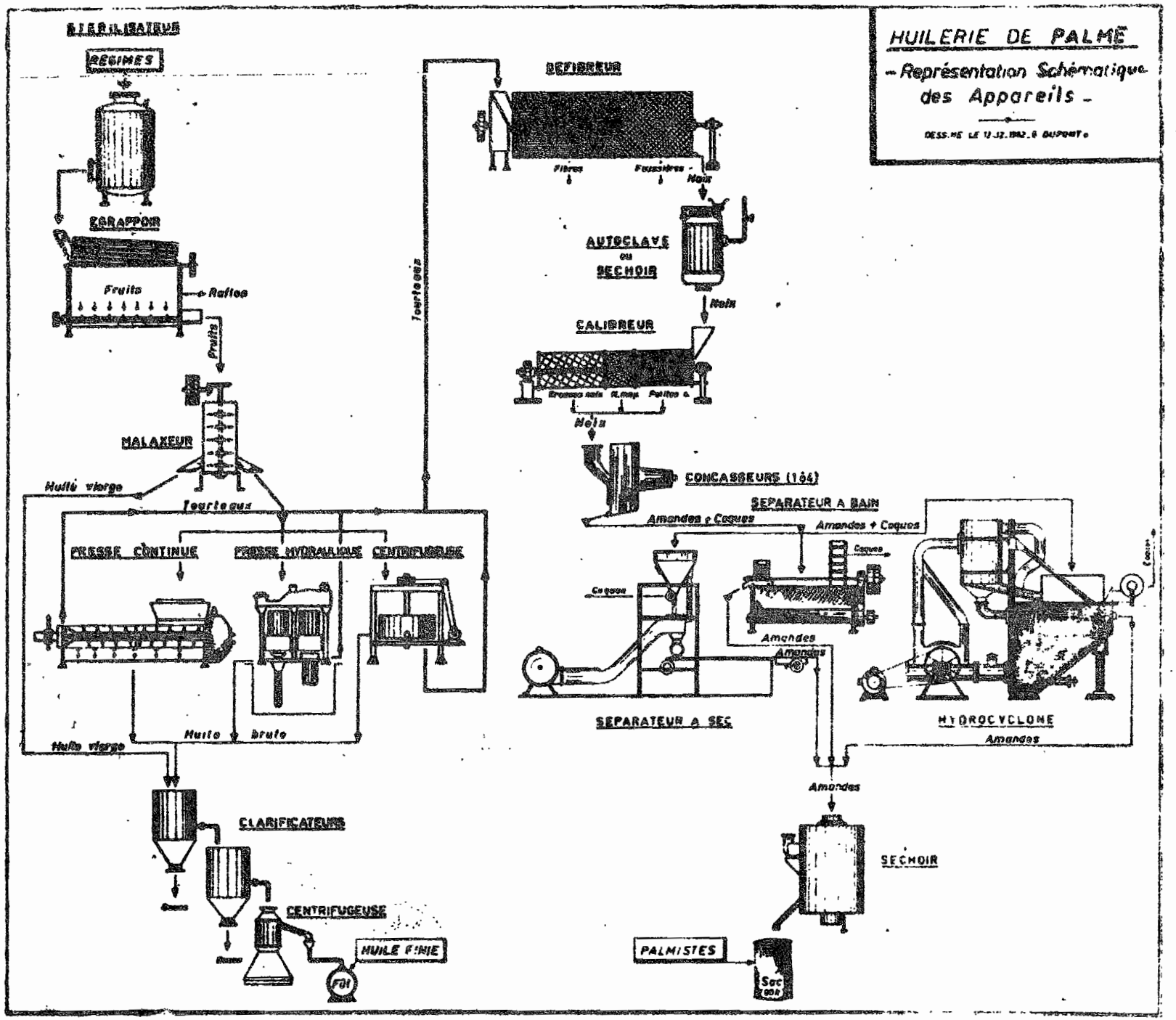
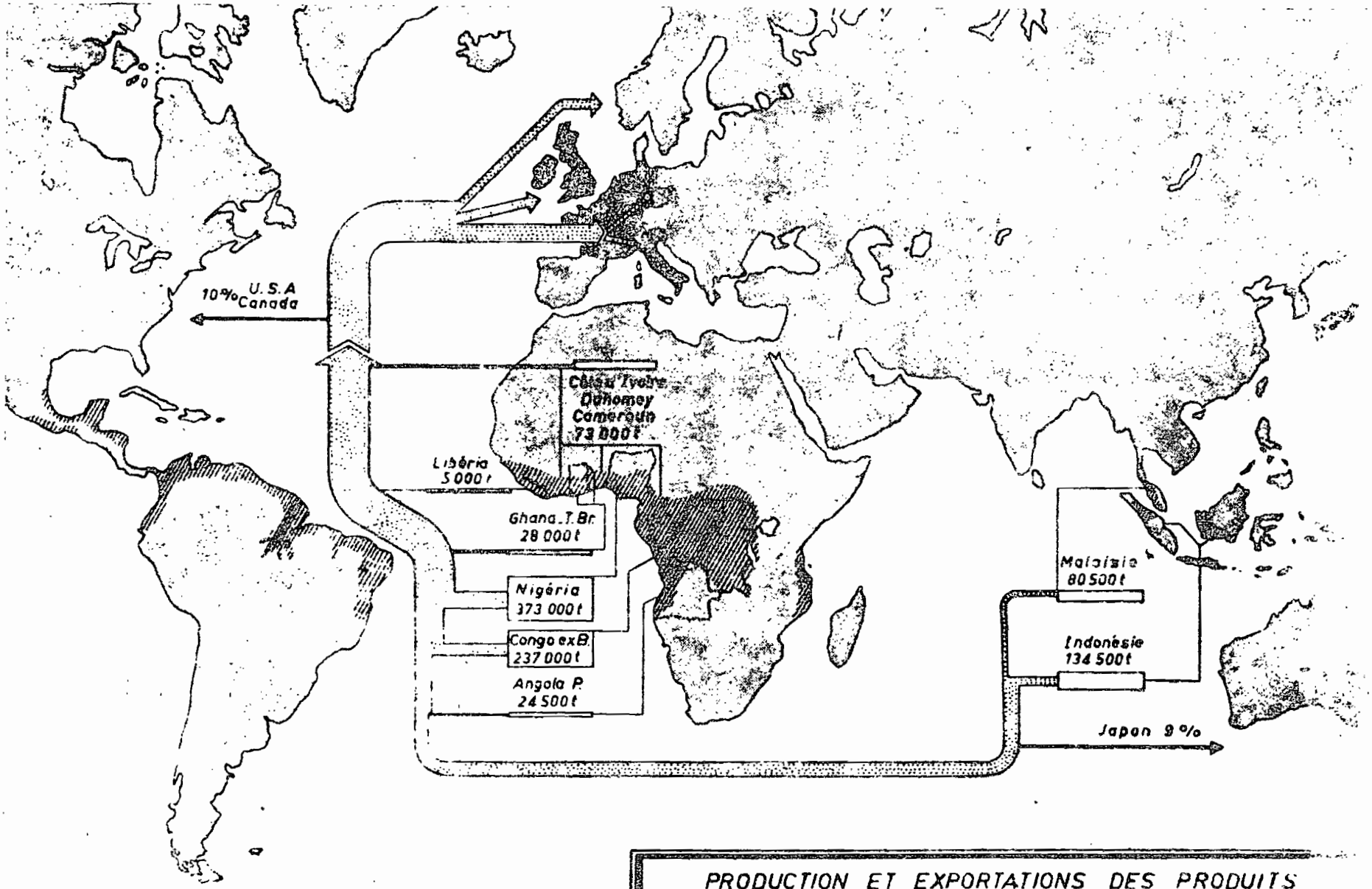

HUILERIE DE PALME
- Représentation Schématique des Appareils -
STERILISATEUR
REGIMES
EGRAPPOIR
Fruits
Rafles
Fruits
MALAXEUR
Huile vierge
Tourteaux
PRESSE CONTINUE
PRESSE HYDRAULIQUE
CENTRIFUGEUSE
Huile brute
Huile vierge
CLARIFICATEURS
CENTRIFUGEUSE
HUILE FINIE
Fût
Tourteaux
DEFIBREUR
Fibres
Poussières
Noix
AUTOCLAVE ou SECHOIR
Noix
CALIBREUR
Noix
CONCASSEURS (1 à 4)
SEPARATEUR A BAIN
Amandes + Coques
Amandes + Coques
Coques
Coques
Amandes
Amandes
SEPARATEUR A SEC
HYDROCYCLONE
Coques
Amandes
Amandes
SECHOIR
PALMISTES
Sac

Fig. 12



PRODUCTION ET EXPORTATIONS DES PRODUITS DU PALMIER A HUILE _ Moyenne 1957_1960

fig. 13

L'ARACHIDE

" The unpredictable légume " , tel est le sous-titre combien mérité, d'un symposium consacré à cette légumineuse il y a quelques années. En effet, quoi de plus surprenant que la fructification très particulière de cette plante et son extrême rusticité ; aucune autre plante ne peut tirer un meilleur profit de la courte et souvent médiocre saison des pluies des zones saheliennes ou similaires, par ailleurs peu fertiles ; c'est la plante type des zones écologiques marginales, ce qui fait que, malgré des rendements souvent médiocres, elle se hisse au premier rang, pour la production de l'huile, parmi les oléagineux tropicaux.
Originaire d'Amérique du Sud, elle est maintenant pour 90 % africaine et asiatique.
Tétraploïde, on ne connait pas ses ancètres, mais on connait des espèces sauvages diploïdes et tétraploïdes qui sont plus ou moins proches de l'espèce cultivée.
Dans presque tous les domaines, c'est une plante qui a de quoi surprendre.

A - LA PLANTE

I - ORIGINE ET HISTOIRE

L'origine Sud-Américaine de l'arachide est maintenant admise ; toutes les espèces sauvages du genre Arachis sont localisées dans la région du Grand Chaco, aux confins de l'Argentine, du Brésil et de la Bolivie ; et la preuve que l'arachide est bien américaine, a été donnée par la découverte de graines dans des tombes précolombiennes.
Ce qui avait pu faire penser à une origine africaine, c'était les descriptions faites par certains auteurs grecs, Théophraste et Pline notamment, de plantes à fructification souterraine, mais on sait maintenant qu'elles ne concernaient pas l'arachide ; ainsi, Arakos désignait en fait Latyrus tuberosa.

La diffusion de l'espèce se fait comme pour l'ananas, et d'ailleurs d'autres plantes (le maïs, le manioc, la patate douce...) ;par les Indiens elle gagna lentement vers le nord, puis le Mexique et les Antilles. Après la découverte du Nouveau Monde, les Portugais l'introduisirent au début du XVIe siècle en Afrique, et on pense que les Espagnols lui auraient fait passer

le Pacifique pour l'introduire aux Philippines, d'où elle aurait gagné toute l'Asie, rejoignant par la côte orientale d'Afrique les introductions qui auraient été faites dans ce continent par l'Ouest.
C'est probablement par les esclaves venus d'Afrique que l'arachide s'étendit en Amérique du Nord, et non pas directement à partir de l'Amérique centrale. Cette très large distribution à travers le monde explique la diversité des types existants.

Décrite dès le XVIè siècle, mais souvent avec des erreurs, l'arachide fut baptisée Arachis hypogea par LINNE (1753).

Les indiens de l'époque précolombienne extrayaient certainement déjà son huile, que la Chine et l'Inde fabriquèrent également bien avant l'Europe.
Les premières petites huileries européennes datent de 1800, en Espagne, où l'on cultivait l'arachide dans la région de Valence.
Un peu plus tard, la culture de l'arachide était préconisée au Sénégal, dans le but de son utilisation industrielle. Rufisque en expédiait 70 T en 1841 ; les exportations sénégalaises atteignaient déjà 4500 t. en 1855.
Il faut attendre la guerre de Secession pour que l'arachide prenne une importance industrielle aux Etats Unis, et 1878 pour les premières exportations de l'Inde vers l'Europe.
Les huileries furent d'abord surtout françaises (52 en 1900). Aujourdhui, ce sont de plus en plus les pays producteurs eux-mêmes qui triturent leurs graines.

II BOTANIQUE ET VARIETES

Le genre Arachis appartient à la grande famille des Léguminosées. Longtemps on ne connut que la seule espèce Arachis hypogea, qui est l'espèce cultivée partout dans le monde. Il fallut attendre 1838 et les descriptions de BENTHAM pour connaitre cinq espèces spontanées au Brésil. Depuis, et encore très récemment, on en a décrit d'autres. Les classifications qui en ont été faites ont souvent été entachées d'erreurs ; on peut cependant faire confiance à celle de KRAPOVICKAS et GREGORY, non encore publiée à notre connaissance et qui est la suivante pour les 20 espèces actuellement connues :

		Sections
A. Racines napiformes sans tubérisation		
B. Pas de rhizomes ,racines adventives rares		I AXONOMORPHAE
- espèces annuelles :	A. hypogea	
	A. duranensis	
	A. monticola	
	A. batizocae	
- espèces perennes :	A. villosa	
	A. rigonii	
	A. chacoense	
	A. lignosa	
	A. cardensii	
	A. helodes	
	A. correntina	
BB. Racines aux noeuds		II CAULORHIZAE
	A. repens	
BBB. Rhizomes		III RHIZOMATOZAE
	A. glabrata	
	A. hagenbeckii	
AA. Racines avec tubérisation		
C. Veines rouges à l'envers de l'étendard		IV EXTRANERVOSAE
	A. macedoi	
	A. villosulicarpa	
CC. Veines rouges à l'endroit		V ERECTOIDES
	A. benthamii	
	A. tuberosa	
	A. guaranitica	
	A. diogoi	

Le nombre chromosomique de base est n = 10.

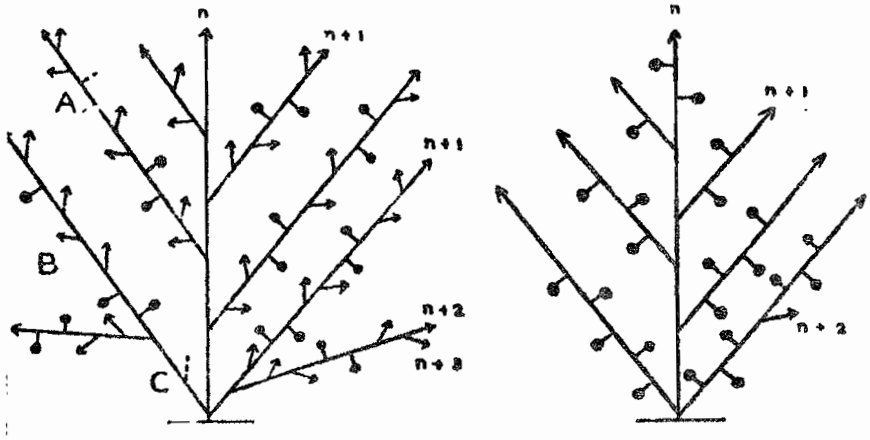
La plupart des espèces sont diploïdes, sauf A. hypogea, A. monticola, A. glabrata et A. hagenbeckii qui sont tétraploïdes.
L'arachide cultivée, A. hypogea, se croise avec A. monticola et plusieurs espèces diploïdes, mais pas avec les autres. Les espèces tétraploïdes de la section Rhizomatozae ne se croisent avec aucune autre et grainent d'ailleurs difficilement.
Pratiquement toutes les espèces sauvages ont des caractéristiques de gousses extrêmement défavorables, d'où leur emploi très difficile à envisager en amélioration.

Les caractères communs à toutes les espèces sont :

- plantes herbacées ou faiblement ligneuses, pérennes ou annuelles
- tube calicinal long à aspect de pédoncule floral, terminé par 5 lobes dont 4 soudés
- pétales et étamines insérés au sommet du tube calicinal
- étamines partiellement soudées en tube, un nombre de 10 alternativement longues et courtes
- ovaire sessile, de 1 à 6 loges, filiforme et terminé par un stigmate petit
- fructification enterrée par élongation de la base de l'ovaire.

Morphologie de l'arachide cultivée :

- port : érigées ou rampantes, ce n'est cependant pas sur ces critères parfois fluctuants que l'on partage les arachides cultivées en deux groupes, mais sur le type de ramification.
  Dans la ramification de type séquentiel, les inflorescences apparaissent à presque tous les noeuds successifs des ramifications et il ne se forme plus de rameaux végétatifs, lorsqu'apparaissent les rameaux reproducteurs. Les arachides de ce types ont donc un axe central, 4 à 6 ramifications d'ordre n + 1 et très peu de rameaux d'ordre supérieur. Ces arachides sont toujours érigées et peu ramifiées.
  Dans le type alterné, les ramifications sont plus nombreuses, car sur chaque rameau on trouve l'alternance de 2 rameaux reproducteurs et 2 rameaux végétatifs, qui reproduisent également cette alternance. Les arachides de ce type sont rampantes ou érigées, mais dans ce dernier cas elles ont une allure buissonnante résultant de leur grande ramification.

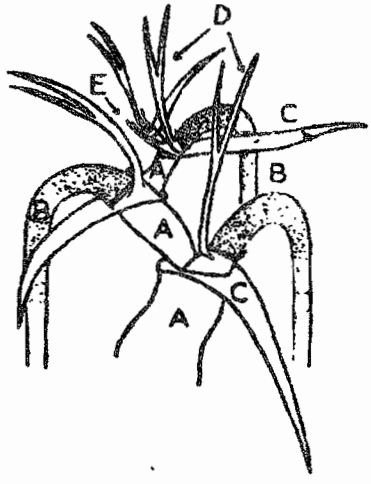


— *A gauche* : ramifications alternées; *à droite* : ramifications réquentielles. Le trait horizontal à la base de chaque diagramme représente la place des cotylédons de manière à faire apparaître la position relative, qui a été exagérée, des rameaux cotylédonaires. Les flèches représentent les axes végétatifs, les ronds les axes reproducteurs. Les feuilles à l'aisselle desquelles se développent ces rameaux n'ont pas été représentées.

A : exemple de rameaux reproducteurs avortés. — B : exemple de remplacement de l'alternance 2,2 par l'alternance 3,1. — C : exemple de rameaux végétatifs basal avorté.

- racines : le pivot central peut s'enfoncer à plus de 1,30 m ; les racines latérales sont abondamment ramifiées et portent des nodosités.
  Alors que les tiges sont toujours herbacées, les racines présentent des formations ligneuses.

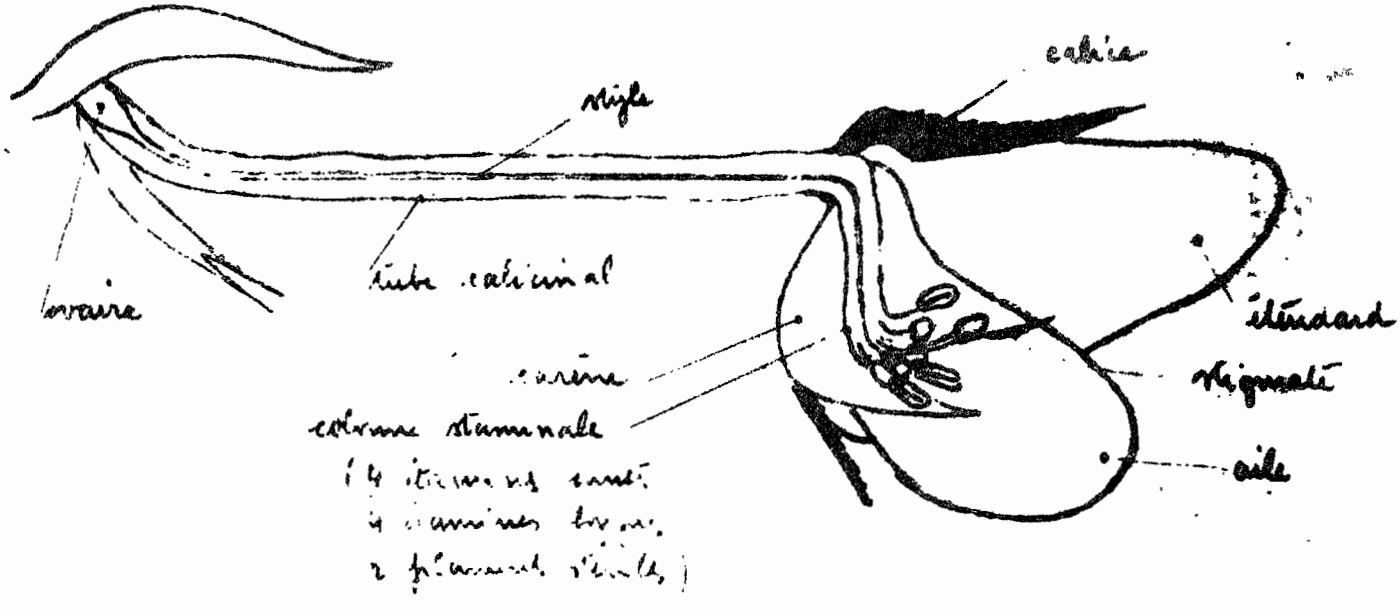
- inflorescences : elles se présentnent comme des épis de 3 à 5 fleurs et apparaissent à l'aisselle d'une feuille des rameaux végétatifs. Le dessin suivant schématise une inflorescence après floraison et développement des ovaires (gynophores).



— A : axe de l'inflorescence. — B : gynophores. — C : bractées situées à la base de chaque branche florale. — D : bractées bifides situées à la base de chaque fleur. — E : bourgeon terminal de l'inflorescence.

(D'après W.C. Gregory, in the Peanut-the unpredictable legu

- <u>fleurs</u> :



- <u>fruits</u> : quelques jours après la fécondation, la base de l'ovaire s'allonge en un organe appelé improprement gynophore, lequel, sous l'effet d'un géotropisme positif vient pénétrer dans le sol ; entre 2 et 7 cm sous la surface

de celui-ci, l'extrémité du gynophore , qui renferme les ovules, va se développer en une gousse qui prend la position horizontale.

La graine dont les dimensions varient de 1 x 0,5 cm à 8 x 2 cm selon les variétés, comprend une coque, indéhiscente, dont les caractéristiques sont utilisées en classification, et de 1 à 4 graines dont le poids peut varier entre 0,2 et 2,0 g. La graine comprend un embryon avec deux cotylédones très développés, et un tégument séminal mince, l'axe de l'embryon est une proplantule comprenant déjà les éléments de la radicule et des 6 ou 8 premières feuilles.

Les graines, dont les cotylédons renferment huile et protéines, constituent 68 à 80 % du poids des gousses (rendement au décorticage).

Classification des arachides cultivées : nous n'en donnerons qu'une idée très sommaire, juste suffisante pour pouvoir identifier le groupe auquel rattache une variété.

- série à ramifications alternées: correspond au groupe VIRGINIA. Les caractères principaux et particulier à ce groupe sont, en plus de ceux déjà cités à propos de ce type de ramification :
  - jamais d'inflorescence sur la tige principale
  - folioles petites et vert foncé
  - cycle végétatif long (110 à 160 jours), la maturation des graines étant lente
  - dormance des graines après la récolte
- série à ramifications séquentielles : correspond à deux groupes dont les caractéristiques communes sont :
  - inflorescences sur la tige principale
  - folioles plus grandes et vert plus clair
  - folioles végétatif court (85 à 110 jours), avec maturation rapide des graines.
  - non dormance des graines

On peut encore dire que les variétés des deux séries se distinguent par la composition de leurs huiles et par leur sensibilité à certaines maladies.

Les deux groupes de la série séquentielle sont :

VALENCIA , 3 à 6 graines par gousse, port très dégagé

SPANISH , 2 à 3 graines par gousse, port moins dégagé.

III BIOLOGIE

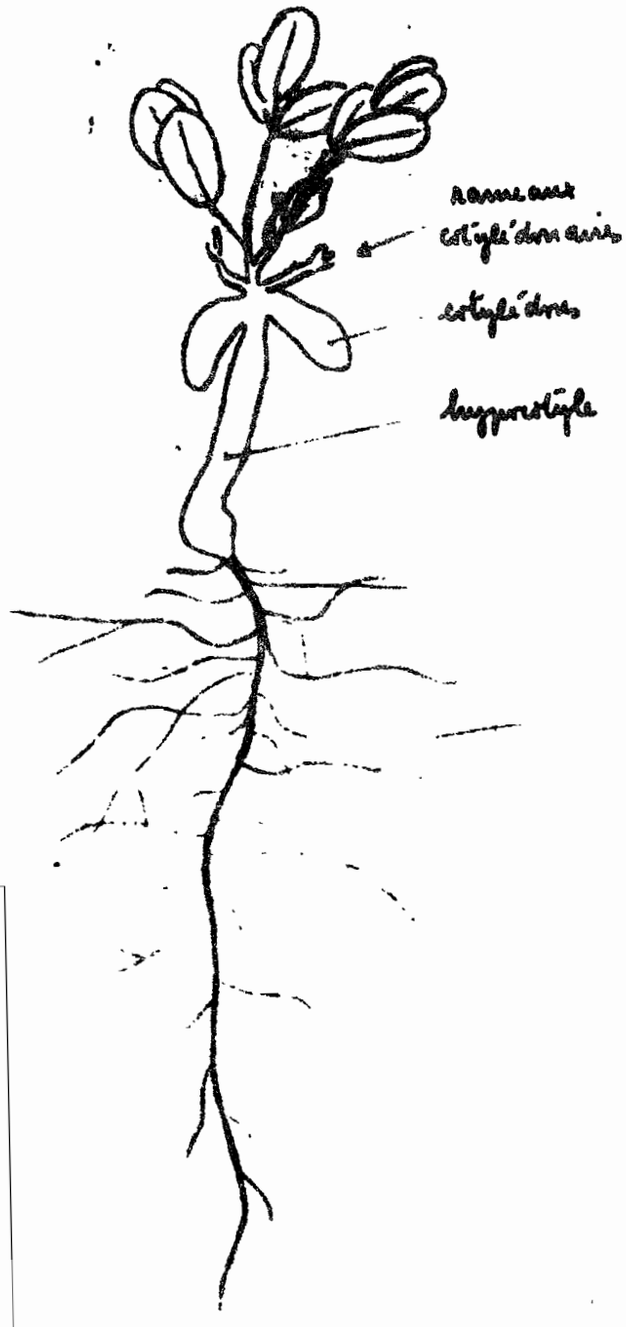
La croissance et le développement de l'arachide présentent certains aspects interessants à connaître.

1) La germination :

La conservation de la faculté germinative des graines d'arachide peut poser quelques problèmes ; dans tous les cas, il est necessaire que leur teneur en humidité soit inférieure à 8 % (elles s'équilibrent à environ 5 % dans les pays à climat sec) ; pour une conservation de plusieurs années, il est en outre indispensable que la température soit maintenue relativement basse (pièce climatisée).

La dormance signalée chez les Virginia, et qui est de l'ordre de 1 à 4 mois, ne pose pas de problème pour des semences utilisées d'une année sur l'autre ; s'il était necessaire de lever la dormance (pour faire 2 cycles dans l'année, possibilité intéressante pour gagner du temps en station) on placerait les graines durant 14 jours dans une étuve sèche à 40° C.

C'est plutôt la non dormance qui pose des problèmes pratiques, les graines pouvant germer en terre avant récolte, si les conditions sont trop humides.



La germination demande beaucoup d'eau, les graines devant s'imbiber pour atteindre 40% de teneur en eau ; la sortie de la radicule intervient en 1 à 2 jours. La croissance de l'axe hypocotylé repousse la graine vers la surface, et c'est alors que les cotylédons s'entrouvrent.

Pendant les trois premières semaines, c'est à dire presque jusqu'à la première fleur, le jeune plant va se développer sans rien "fabriquer" d'autre que ne possédait déjà la proplantule.

2) La floraison :

Les variétés hatives du groupe Valencia-Spanish commencent à fleurir 15 - 20 jours après la levée, c'est à dire à partir du 21 è jour après le semis ; elles ont une avance de quelques jours seulement sur les tardives, mais fleurissent plus abondamment en début de cycle. Tout en étant très influencéespar les facteurs climatiques, les courbes de floraison passent par un maximum qui se situe en Afrique de l'Ouest entre 6 et 8 semaines après le semis. Une plante atteint 600 à 700 fleurs dans le groupe Spanish et 1000 dans le groupe Virginia, sans d'ailleurs que cette phase ait une fin bien marquée ; c'est pratiquement la mort de la plante qui achève la floraison, mais il faut savoir que le coéfficient d'utilisation des fleurs est relativement faible (il faut 5 à 10 fleurs pour une gousse) et que ce sont les 3 ou 4 premières semaines de floraison qui assurent pratiquement la récolte

Le développement des fleurs est très rapide, le bouton floral étant encore petit la veille ; l'allongement du tube calicinal est extrêmement rapide et la fécondation intervient encore la nuit, donc avant l'épanouissem sement de la fleur. C'est ce qui explique l'autogamie assez stricte de cette plante.

Pour la réalisation d'hybrides, on castre la veille au soir, après avoir basculé et enlevé la carène ; l'opération est délicate et exige environ 4' pour une main déjà experte. Le reste de la corolle protège le pistil jusqu'à sa pollinisation le lendemain matin. Un des aspects les plus délicats de l'hybridation, est le repérage des fleurs hybridées et le marquage des gynophores hybrides.

3) Le développement de la gousse :

Celle-ci se forme donc en terre, un certain taux d'humidité et d'obscurité étant necessaires pour celà. La coque se développe très rapidement et atteint très vite sa taille définitive, alors que la graine n'évolue que lentement, en commençant par la pellicule. On retiendra que la synthèse des lipides se fait pendant le développement même de l'amande.

IV - GENETIQUE ET AMELIORATION

Certaines particularités concernant le mode de reproduction ont une grande importance pour aborder ces problèmes.

Le très faible taux d'allogamie, en particulier pour les variétés tardives en Afrique, permet une bonne conservation des lignées pures avec le minimum de précautions.

Autre conséquence de l'autogamie, les populations naturelles sont composées en majorité de types stables, qu'il est aisé d'isoler, mais dont on ne doit pas attendre de grands progrès par sélection dans leur descendance.

A ces particularités, qui ont l'avantage de simplifier les problèmes, il faut ajouter plusieurs caractères défavorables pour le sélectionneur :

- le mode de frutification, qui fait que l'on ne peut apprécier la production qu'après la récolte
- le faible coefficient de multiplication des plantes (ne dépassant souvent pas 10)
- le faible nombre de graines par gousse, qui a pour conséquence de rendre onéreux les croisements manuels.

Caractères héréditaires :

l'arachide cultivée est probablement un allotétraploïde, ce qui n'exclue pas la possibilité d'une hérédité tétraploïde pour certains caractères.

Comme caractères à hérédité simple; citons principalment :

- le port de la plante : rampant domine sur érigé, mais plusieurs couples de gènes et de modificateurs peuvent intervenir.
- la couleur et l'aspect du tégument séminal.
- la couleur des fleurs, des tiges, des feuilles.
- la ceinture (constriction) de la gousse, qui est un caractère important pour l'arachide de bouche, les graines ne présentant alors pas de méplats ;
- la résistance à la rosette, régie par deux couples de gènes recessifs, plus des modificateurs.
- le rendement au décorticage : une seule paire de gènes majeurs, sans dominance, chez Virginia.
- la grosseur des graines : 2 à 5 paires de gènes selon les types considérés.
- la teneur en huile : 2 paires de gènes majeurs chez Virginia.
- la précocité : cycle long domine cycle court.

- les feuilles apétiolulées : mutant d'origine RX, récessif avec un couple de gènes ; caractère intéressant comme marqueur.

Comme caractères à hérédité complexe, citons seulement

- le poids de la gousse : caractère complexe, mais d'une bonne héritabilité
- le nombre des gousses par pied, dont l'héritabilité est très mauvaise.

Sélection :

Les objectifs de la sélection peuvent se ramener à deux principaux, la productivité et l'utilisation (particulièrement pour l'arachide de bouche). Un premier stade a généralement consisté à sélectionner dans les populations locales ; ensuite on a procédé à des introductions de populations ou de lignées pures déjà isolées. L'orientation actuelle est d'accroître la variabilité ; on utilise pour celà l'hybridation, soit entre lignées - de préférence éloignées - soit entre espèces dont l'hybridation est possible (études seulement en cours), ou l'irridiation (travaux de Gregory aux USA et de Bilquez - Martin au Sénégal). Dans le cas des descendances hybrides, il faut attendre une certaine stabilisation - environ 7 générations - avant de procéder aux choix ; pour les descendances irradiées, dont les mutants les plus visibles sont généralement sans interêt agronomique, les méthodes ne sont pas encore au point et nécessitent des moyens d'observation très importants.
Les résultats obtenus sont nombreux, mais d'un intérêt trop différent selon les conditions écologiques ou agronomiques très variées que rencontre cette plante de par le monde, pour qu'il soit possible d'en donner un aperçu valable.

B - SON ECOLOGIE

Nous retrouvons ici une des difficultés que l'on pourrait signaler à plus d'un chapitre concernant cette plante, c'est la difficulté de généraliser. Selon qu'il s'agit d'arachide de bouche ou d'huilerie, de type Virginia, Spanish ou Valencia, on parle de choses très différentes ; et le manque de précision quant au matériel utilisé, a souvent compliqué le rapprochement des conclusions ou faussé les idées.

I CLIMAT

1) La température

a un effet très important sur la durée des phases de développement.

L'optimum, tant pour la germination que pour la floraison, se situe vers 30 - 33°, mais les limites extrèmes compatibles avec le développement atteignent 15 et 45°. La graine, et même les jeunes plants, supportent des températures encore plus extrèmes, en particulier vers les températures élevées.

On notera que les températures nocturnes doivent être aussi élevées que possible, surtout pour la floraison.

Bref, contrairement à bien d'autres plantes, l'arachide préfère des températures à peu près constantes, se situant entre 25 et 35 °.

2) Eclairement :

l'ensoleillement favorise certainement la floraison, mais la longueur du jour parait assez secondaire quand on voit qu'une même variété pousse normalement au Sénégal, aux USA,en Argentine ou en URSS.

3) Besoins en eau :

considérée comme plante résistante à la sècheresse, il est certain qu'elle a des possibilités de survivre étonnantes.

La jeune plantule est capable de survivre à plusieurs semaines de sècheresse, et longtemps après que toute graminée ait péri. Il n'en est pas moins vrai que la sècheresse a un effet dépressif sur la production, surtout si elle intervient au moment de la floraison maximum. Un arrêt prématuré des pluies est très défavorable également surtout lorsque la saison des pluies coincide assez étroitement avec le cycle de l'arachide, ce qui est souvent le cas dans les régions où l'on cultive l'arachide.

Si l'eau constitue souvent le facteur limitant de cette culture, les besoins totaux sont tout de même modestes puisque se situant entre 450 et 700 mm. Certaines variétés présentent une meilleure résistance à la sècheresse et des tests ont été mis au point dans le but de tester ou de sélectionner pour ce caractère. On a ainsi repéré au Sénégal une variété, la 55.437 A, qui a donné en 1968 près d'une tonne hectare sur plus de 700 ha avec une pluviosité moyenne de 219 mm seulement,

Par rapport à l'ensemble des facteurs climatiques, l'arachide est incontestablement une plante très plastique ; elle a des possibilités de compensation lui permettant d'atténuer les à coups de développement. Les trois grands groupes cités ont cependant chacun des possibilités particulières. D'une manière générale, les variétés du groupe Virginia, plus tardives, ont un potentiel de productivité plus grand, mais aussi des exigences écologiques plus strictes, surtout si elles sont à grosses gousses. Les variétés à cycles courts, de type Spanish-Valencia s'adaptent mieux à des conditions limites.

II SOL :

c'est la structure du sol qui joue le rôle le plus important, ou si l'on préfère - pour ne pas avoir à opposer texture et structure - un sol meuble drainant bien. En effet, l'arachide réclame un sol bien aéré, surtout pour la germination.
D'autre part il faut que le sol soit meuble pour la pénétration des gynophones et l'arrachage de la récolte. Pour la pénétration des gynophores le problème est moins grave, car l'entretien ameublie la surface et la saison est encore humide, mais pour la récolte, qui intervient souvent bien après la fin des pluies, il peut se poser un problème.

C'est donc du sol en tant que support physique qu'il faudra surtout se soucier. Le pH importe assez peu et la fertilité peut se corriger.
Rustique vis à vis du climat, l'arachide l'est autant pour le sol, et c'est souvent la seule culture valable lorsque les conditions sont trop difficiles pour les plantes les moins exigeantes.

C - SA CULTURE

I TECHNIQUES CULTURALES

Ce qui caractérise l'arachide, c'est l'état peu évolué de sa culture. 75% des 17 millions d'hectares qui seraient plantés dans le monde le sont encore avec des moyens très rudimentaires. Celà tient au fait que l'on considère généralement cette plante comme une culture pauvre et coûteuse en main-d'oeuvre. Elle est certe mécanisable, mais les grandes tentatives de mécanisation de l'arachide en Afrique aux alentours des années 1950 ont été des fiascos complets (Casamance, Tanganykh) pour avoir méconnu un certain nombre d'exigences d'ordre

agronomique.

Si on note une augmentation moyenne des rendements entre 1948/52 et 1965, c'est certainement à l'amélioration des techniques culturales qu'on le doit :

	1948/52	1965	
Europe	1470	1830	kg/ha
Amérique du N	920	1860	
Afrique	740	980	

On peut dès à présent rapprocher de ces derniers chiffres les résultats couramment obtenus dans les cultures rationnellement conduites :

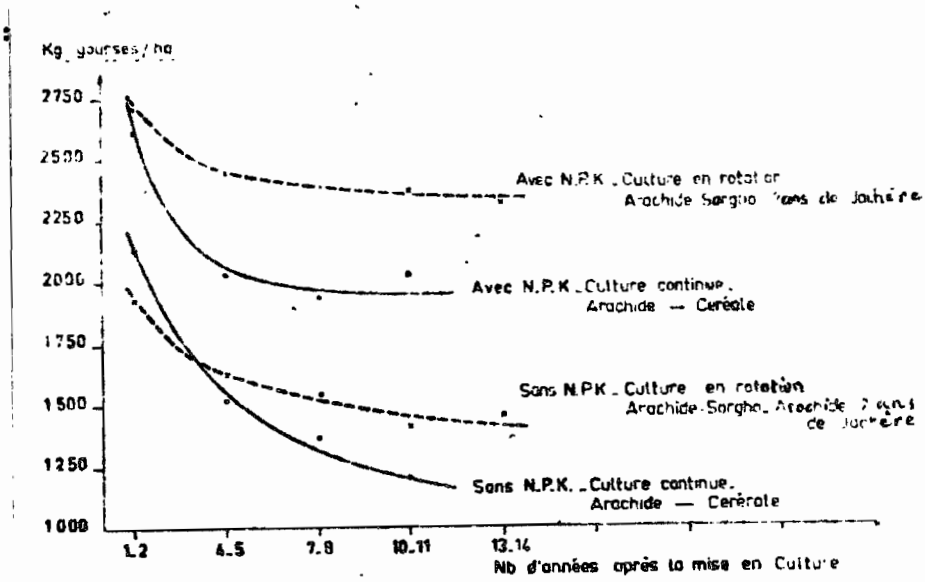
2375 kg/ha au Sénégal, avec fumure minérale et jachère de 3 ans au lieu de 1 (la modification de la jachère apporte 595 Kg)

2360 Kg/ha en Haute Volta avec une rotation en culture continue mais diversifiée.

1) <u>rotations</u> :

les conditions écologiques sévères qui sont le lot fréquent de la culture de l'arachide fait que le choix des cultures d'assolement est souvent difficile, ce qui explique une monoculture fréquente, quelque peu atténuée parfois par l'association de diverses cultures.

L'alternance des cultures est cependant favorable, et en Afrique on peut associer dans le temps arachide, sorgho, mil, coton et riz pluvial. Cependant, le maintien des rendements à un niveau satisfaisant sera plus le fait d'une bonne fertilisation que des techniques de rotation, ainsi qu'il apparait dans le graphique suivant :



— Evolution des rendements annuels en kg de gousses à l'ha
En culture continue et rotation avec et sans engrais

Pour être juste, il conviendrait aussi de connaître les résultats des autres cultures.

2) préparation du sol :

un labour préparatoire est toujours souhaitable, mais il n'est possible qu'en zône suffisamment humide. Dans les régions où la saison de culture est courte et fait suite à une saison sèche rigoureuse, on doit se contenter de nettoyer le terrain et de le gratter en surface. Le seul ameublissement sera souvent le semis lui-même et le grattage superficiel qui suit et dont le but est de retarder la levée des mauvaises herbes.

3) semis :

en zone tropicale on n'a pas le choix de l'époque de semis ; le plus tot sera le mieux, à condition que l'humidité du sol soit suffisante, ce qui correspond à une pluie de 25 mm, ou deux pluies rapprochées totalisant 30 mm.

Les graines doivent être décortiquées pour le semis, de préférence peu de temps avant le semis, et triées, surtout si le décorticage a été mécanique. Les graines seront traitées avec un mélange insecticide fongicide (aldrine + T.M.T.D.) ; il s'agit là d'une technique susceptible d'augmenter les rendements de façon spectaculaire, surtout lorsqu'une période sèche suit le semis. En 1968, on a noté au Sénégal un gain de 220 kg/ha sur arachide de bouche, avec un traitement n'ayant coûté que l'équivalence de 10 kg.

La densité du semis est très importante, une haute productivité ne pouvant être atteinte qu'avec une forte densité. Pour les variétés tardives on conseille de semer 110 000 graines à l'ha et pour les hatives 165 à 180 000. Il est necessaire de connaitre le poids de 100 graines de la variété utilisée pour savoir quelle quantité de semences préparer. Celle-ci peut atteindre 100 kg/ha.

Po r atteindre ces densités on sème à 0,60 x 0,15 ou 0,40 x 0,15. Au semoir mécanique, on utilise un disque à alvéole donnant un écartement satisfaisant des graines sur la ligne. Pour le semis à la main, il serait souhaitable de toujours rayonner au préalable, surtout si l'entretien doit se faire à la houe attelée.

Contrairement à l' habitude, il est déconseille de mettre 2 graines par poquet (il faut 2 fois plus de graines pour un rendement peu augmenté).

Une bonne profondeur de semis correcte se situe entre 3 et 5 cm.
Il est important que le semis soit bien reccuvert et même tassé pour faciliter la germination. En culture attelée on veillera donc au bon r g.age des semoirs.

4) entretien :

celui-ci est d'autant plus essentiel que la préparation du sol aura été spmmaire ou inexistante. Les binages sont une necessité si on ne veut pas compromettre la récolte, et en culture manuelle ils seront facilement un goulot d'étranglement . L'entretien chimique, au moins des lignes de semis, fait des progrès en culture évoluée.

Signalons que certains pays pratiquent l'irrigation soit par aspersion (4 à 6000 m3 ha), soit à la raie (6 à 10000 m3) ; ces chiffres sont élevés car ils correspndent à des cycles de 5 mois (régions tempérées).

5) récolte :

il n'est pas très facile de fixer le meilleur moment de récolte, sauf lorsque la fin de la saison humide stoppe le cycle. Par crainte de germination dans le sol (cas de variétés hatives) ou de durcissement du sol rendant l'arrachage difficile (cas des variétés tardives) on a généralement tendance à récolter trop tôt, ce qui est préjudiciable au rendement, à la teneur en huile et à la qualité.

L'arrachage se fait à la main (avec un outil pour sectionner le pivot en passant en dessous des gousses) ou avec une souleveuse attelée. Le billonnage en cours d'entretien facilite l'opération de récolte. Plante et gousses étant encore très humides, on les laisse se ressuyer avant de les mettre en meules qui permettront de parfaire le séchage à l'abri du soleil et éventuellement de la pluie.

Pour la séparation des gousses on procèdera à un égoussage manuel ou un battage.

D'une façon générale, on peut dire que la culture de l'arachide necessite beaucoup de travail. Pour déterminer la rentabilité de cette culture il conviendra d'envisager avec soin l'importance que devront avoir les différentes opérations. Le tableau ci-après montre combien les temps de travaux peuvent être différents.

TEMPS DE TRAVAUX POUR LA CULTURE DE L'ARACHIDE EXPRIMÉ EN HEURES A L'HECTARE

	U.S.A. Culture mécanique	SUD-SENEGAL		CENTRE SENEGAL Zone Sérère Culture manuelle
		Culture manuelle	Culture attelée	
Préparation du terrain.	7,5	100	30	30
Décorticage semence..		90	90	70
Semis	5,3	90	15	60 + 35
Epandage d'engrais ...		10	10	50 + 20
Premier binage	30,0	200	60	50
Second binage	10,7	150	25	35
Troisième binage				
Traitement antiparasitaire	1,5			
Arrachage		150	100	60
Mise en meule	50,5			20
Battage		60	60	50
Vente et transport	4,2			
TOTAL	109,7	850	390	480
Tracteur	28 h			
Cheval			120 h	

II NUTRITION MINERALE

Le problème de la fertilisation de l'arachide est extrêmement complexe et nous ne pouvons que l'effleurer. L'arachide passe pour une plante réagissant aux engrais de façon capricieuse. Ce qui est certain, c'est que 20 % à peine des immenses surfaces plantées dans le monde font l'objet de fertilisation ; cela tient beaucoup au fait que d'autres facteurs limitants interviennent dans les conditions ou elle est souvent cultivée, et les besoins sont forcément limités vu le niveau de production peu élevé qui en résulte.
Il est certain aussi que les données établies pour d'autres plantes se transposent mal pour l'arachide ; ainsi, l'analyse des éléments assimilables du sol ne permet pas de bonnes prévisions ; la teneur en éléments totaux est une meilleure indication, en particulier pour le phosphore.

Quand l'arachide se situe dans un système cultural évolué, elle se contente des effets résiduels de la fumure apportée aux autres cultures. Lorsqu'elle est la culture assentielle, il lui faut une fumure propre, que l'on sera souvent obligé de réduire aux éléments essentiels, pour rester dans les limites de la rentabilité. A noter cependant que les effets de ces fumures peuvent être spectaculaires.

Azote :

la présence des nodosités ne résout pas le problème de cet élément. Il peut être utile d'apporter de l'azote au départ de la végétation, en attendant que les nodosités s'installent et agissent, mais on ne le fera que sur sols épuisés, l'excès d'azote provoquant un développement végétatif exagéré et néfaste. 75 kg/ha de sulfate d'ammoniaque (la forme ammoniacale est presque toujours la meilleure en agriculture intertropicale) donnent d'excellents résultats dans les sols très sableux du nord Sénégal.

Phosphore :

élément de croissance et favorisant la maturité, il donne de très fortes réponses presque partout, surtout sous forme soluble. Comme il y a une interaction N P, les besoins en azote doivent être satisfaits au préalable. 30 kgs de P_2O_5 sous forme de super ou de bicalcique permettent des résultats optimums.

Potasse :

un manque de potassium augmente le taux de gousses monograines, mais les besoins en potassium sont rares en Afrique.

Calcium :

c'est un des éléments les plus importants pour les arachides à grosses gousses, un manque empêchant le remplissage de celles-ci ; mais les résultats d'un apport de calcium sont surtout marqués dans les zones de productivités élevée (USA, Israël).

Soufre :

élément activant la floraison, il peut être absorbé par toutes les parties de la plante et se déplace à grande vitesse (40 cm/minute). Son intérêt a souvent échappé parce qu'il est apporté par de nombreux engrais composés (sulfate d'ammoniaque, superphosphates). Avec la tendance actuelle des engrais concentrés n'en contenant pas, il est indispensable d'en prévoir, surtout que le soufre présente une interaction intéressante avec le phosphore.

Oligoéléments :

le molybdène peut-être efficace en zones carencées en azote (les 28 g/ha de molybdate de soude sont mis en enrobage avec le fongicide).
Le bore, qui améliore la fécondation et la qualité des graines est surtout utilisé pour l'arachide de bouche (5kg/ha de borax).

Toutes les méthodes sont utilisées pour l'élaboration des formules de fumure (essais, analyses, diagnostic foliaire...) et il est necessaire de rapprocher de nombreuses observations pour en tirer des formules vulgarisables. C'est ainsi que l'IRHO et l'IRAT sont arrivés à l'établissement de 4 formules correspondant à 4 zones de la zone arachidière du Sénégal.

III LUTTE CONTRE LES ENNEMIS

D'entrée, il faut dire que dans la pratique on n'aura pas a envisager de lutter contre les parasites de la plante, par contre il sera très recommandé de désinfecter les sementes et de protéger les stocks.

1) insectes nuisibles :

la plupart sont polyphages... A moins que l'axe soit coupé, la plante leur résiste remarquablement.

- sur les racines et les germinations on note quelques coléoptères mais ce sont surtout les iules qui peuvent être génantes ; elles rongent les graines semées et créent des portes d'entrée à Aspergillus niger.
- les jeunes plants peuvent être coupés par des Gryllidae et les tiges minées ou piquées par des différents Buprestidae (Sphenoptera) Curculionidae (Alcides), Hémiptères (Hilda patruelis et Hypochtonella caeca).
- les feuilles peuvent être la proie de Noctuidae (Achaea finita, Heliothis armigera, Spodoptera exigua), d'Arctiidae (Amsacta - la chenille d'A moorei est très vorace au Sénégal, mais son activité est courte), de Thysanoptères et bien d'autres insectes mineurs.
  Le parasite le plus dangereux pourra cependant être Aphis craccivora, ce puceron étant le principal agent vecteur de la"rosette".
- sur les fleurs, on trouve en particulier un Meloidae spécifiquement africain Mylabris affinis, qui dévore également les fleurs de mil.
- sur les arachides entreposées en coques, il faut signaler la bruche de l'arachide, Caryedon fuscus ; l'adulte, qui ne se nourrit pas, pond sur les gousses dans lesquelles pénètrent les jeunes larves. Les générations se succèdent rapidement et les degats peuvent être catastrophiques. On traite au lindane, au malathion ou au bromure de méthyle. Les coléoptères qui attaquent les graines décortiquées sont plus mineurs, mais Trogoderma granarium a été un fléau en Nigéria jusqu'à son éradication par une surveillance phytosanitaire draconienne.

- Aspergillus niger, Rhizopus nigricans et toute une série d'autres agents pathogènes, peuvent provoquer la mort des jeunes plants, en particulier si les sols sont lourds, froids, et les conditions de semis mauvaises.
  On lutte efficacement en semant correctement de bonnes semences désinfectées ; les mélanges d'un fongicide (thirame, captane, cerésan) et d'un insecticide (lindane, dieldrine, aldrine...) à des doses de l'ordre de 0,5 ‰ pour chacun des deux composants, donnent des augmentations de rendement qui peuvent dépasser 20 % dans les régions à pluviométrie irrégulière en début d'hivernage.

- Macrophomina phaseoli et Sclerotium rolfsii (surtout aux USA) peuvent être la cause de flétrissements en cours de végétation. Certaines variétés se montrent plus résistantes.

- Cercospora personata et C. arachidicola causent l'une des maladies les plus graves et les plus fréquentes de l'arachide. La cercosporiose fait baisser couramment le rendement de 15 à 30 %.
  Pour lutter on conseille de respecter une rotation culturale, de favoriser la vigueur des plantes (voir aussi le soufre), d'utiliser les variétés moins sensibles (certains espèces sauvages sont résistantes), voir de traiter (cas des pays à hauts rendements ; on préconise des poudrages de soufre et de sels de cuivre).

- Puccinia arachidis cause la rouille de l'arachide, mais on ne la trouve pas en Afrique.

- Aspergillus flavus et A. parasiticus sont des champignons particulièrement dangereux,s'attaquant aux graines, et qui secrètent des composés cancérigènes très toxiques pour de nombreux animaux domestiques ; celles-ci , les aflatoxines, ne passent pas dans l'huile mais restent dans les tourteaux. Favorisés par l'humidité des graines et la blessure des coques, on luttera contre ces champignons en récoltant dès maturité, en séchant rapidement et en triant les gousses.

- la "rosette" est une maladie à virus connue en Afrique depuis 1907 et transmise par un puceron, Aphis leguminosae. On distingue une rosette chlorotique et une rosette verte, assez différentes dans leur aspect. La transmission de la maladie se fait à partir de plants hôtes autres que l'arachide ; si l'inoculation est précoce (1er mois) la récolte est nulle; son incidence sera d'autant moindre que plus tardive.
  On doit conseiller de semer précocement et éventuellement d'utiliser des lignées résistantes (qui sont toutes des Virginia).

- le clump est un rabougrissement se manifestant en taches dans les champs ; la cause se trouve dans la couche superficielle du sol, mais on n'a pu l'identifier.

D - TRAITEMENT DES PRODUITS ET ECONOMIE

I L'ARACHIDE D'HUILERIE

Le stokage de l'arachide doit se faire de préférence en coques. Pour une bonne conservation, il faut que le stokage soit fait proprement, dans de bonnes conditions de siccité et de ventilation.
A l'arrivée en huilerie, l'humidité des gousses doit être de l'ordre de 4-5%, ce qui est obtenu naturellement en climat sec.

Après nettoyage et décorticage, la graine est broyée et la mouture chauffée avant extraction de l'huile. Celle-ci s'effectue à l'aide de presses à vis fonctionnant en continu ; l'huile obtenue passe sur des tamis vibrants et dans des filtres. Les tourteaux peuvent être déshuilés par solvant dont il existe divers modèles d'extracteurs.

L'huile brute d'arachide est normalement peu foncée et de faible acidité ; sa conservation un certain temps ne pose pas de problème difficile. Son raffinage comporte essentiellement les opérations classiques de neutralilasion (après démucilagination éventuelle), blanchiment et désodorisation.

L'huile raffinée est de stokage plus délicat, car elle ne contient plus d'anti-oxygène naturels. La meilleure conservation se fait en petits emballages et à l'abri de la lumière.
Excellente huile alimentaire, on l'utilise comme huile de table et en marganinerie.

Sous-produits :

Les tourteaux sont largement utilisés pour l'alimentation du bétail, ceux provenant de pression continue en particulier, car renfermant encore 4 à 5 % d'huile.
La farine de tourteau deshuilé - sous réserve d'être exempte d'aflatoxine - peut trouver des usages alimentaires ; riche en protéines et vitamines PP, elle manque cependant d'acides aminés (méthionine) et de calcium.
On peut aussi extraire les protéines ; leur emploi en filature ne s'est pas révélé concurrentiel pour l'instant.

Les coques, généralement utilisées comme combustible dans les foyers des chaudières des huileries, peuvent servir à la fabrication de panneaux de particules.

II L'ARACHIDE DE BOUCHE

L'arachide de bouche est une spéculation plus rentable que l'arachide d'huilerie, à condition de pouvoir répondre aux normes précises de la qualification "bouche".

En coque, elle sera une bigraine de type Virginia à grosses gousses (150 à 200 g pour 100 gousses) ou une tri et quadrigraine de type Valencia. Les défauts qui pénalisent l'arachide de bouche sont nombreux et soigneusement codifiés. En graine décortiquée, le type est indifférent, mais ne sont intéressantes que les grosses graines Virginia ou Spanish.

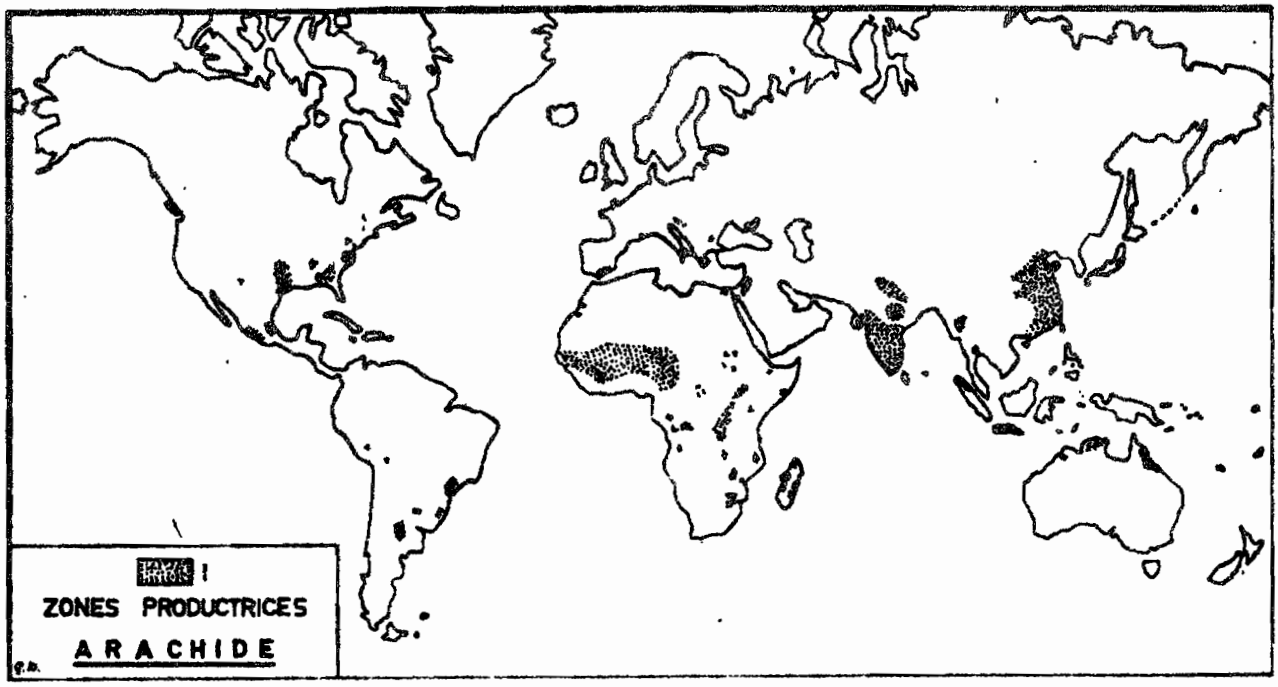
La production d'arachides de bouche nécessite des travaux particuliers: apport de calcium, récolte à la maturité optimum, nettoyage, triage...

Les arachides de bouche sont consommées grillées en coque (salées ou non), grillées salées décortiquées, enrobées, transformées en beurre ; ou même déshuilées (par pression lente), réhydratées, reconstituées puis grillées et salées.

III ECONOMIE

Première huile fluide ou alimentaire avant la dernière guerre (22,6% du total en 1934-38), l'arachide a regressé à la deuxième place (17,8% en 1962-66, mais elle reste le premier des oléagineux tropicaux, passant même de 26,6% avant la guerre à 28,7 % actuellement.

Oléagineux tropicaux	1934-38	1962-66	
Arachide	1.755	2.858	m. t. (huile)
Coton	1.453	2.466	
Coco	1.633	2.216	
Palme	644	1.107	
Sesame	563	565	
Palmiste	355	450	
Ricin	178	292	
	6.581	9.954	


ZONES PRODUCTRICES
ARACHIDE

9/10e de la production sont concentrés en Afrique et en Asie.
L'Asie tient la première place :72% avant la guerre
54% en 1962 - 66
mais l'Afrique est passée dans le même temps de 19 à 32%.

Les 5"grands" sont :

1) L'Inde : 4.986 m t (en coques) dont 80% sont transformés en huile.

2) La Chine : 2.096 m t (en baisse sur l'avant guerre).

3) La Nigéria : 1.448 m t, dont 20 % seulement vont en huilerie et 55 % sont exportés.

4) Les USA : 972 m t, dont 65 % sont consommés et seulement 15 % triturés.

5) Le Sénégal : 941 m t, dont 50 % vont en huilerie et 32 % sont exportés.

Suivent avec des productions en expansion considérable, le Brésil, l'Argentine, l'ensemble Rhodésie - Zambie - Malawi, le Soudan, le Niger, l'Afrique du Sud.
Sur un total mondial de 15.511 m.t. de gousses (1962 - 1966)

l'Asie intervient	pour 8 314 m.t.
l'Afrique	pour 4 937
l'Amérique Nord	pour 1 136
l'Amérique Sud	pour 1.081
l'Europe	pour 25
l'Australie	pour 15

L'Europe représente 80 à 90 % de la clientèle des exportateurs africains et de l'Argentine.
Sans entrer dans les problèmes de prix et d'organisation du marché, il suffira de savoir que depuis le 1er Juin 1969, les producteurs de la zone franc ne bénéficient plus d'un prix d'achat supérieur (les écarts s'étaient d'ailleurs réduits depuis quelques années). Depuis 1966, les gros producteurs de l'Ouest africain forment un Conseil Africain de l'arachide (siège à Lagos) qui doit progressivement se transformer en Bureau de vente commun.

<u>BIbliographie</u> :

GILLIER,P et SILVESTRE,P. - L'Arachide
G.P. Maisonneuve et Larose Paris 1969
Documentation personnelle.

LE SESAME

Bien que d'origine très probablement africaine, le Sésame est surtout cultivé en Asie, où on le rencontre depuis des siècles, tout particulièrement en Inde et en Chine, ce dernier pays en ayant toujours cultivé des surfaces plus importantes que tout le reste du monde ensemble.
Si cette plante, dont les qualités d'huile sont particulièrement intéressantes, n'a pas atteint le niveau d'autres plantes oléagineuses, c'est probablement parce-qu'il fut lontemps impossible de la récolter à la machine, en raison de la ragilité des inflorescences.
C'est surtout la dernière guerre mondiale, avec l'impossibilité pour les Etats-Unis d'importer de l'huile d'olive, qui devait donner un essor à l'amélioration du sésame.

LA PLANTE

Le Sésame, (dont le nom dérive du terme arabe "semsen"), Sesamum indicum, appartient à la famille des Pedaliaceae, voisine des Gesneraceae, et par conséquent famille satellite des Scrofulariaceae (grande famille proche des Solanaceae dans l'ordre des Tubiflorales). On ne lui connait pas de plantes apparentées qui présentent une importance économique.

Le sésame est une plante herbacée, annuelle, érigée, de 30 cm à 2 m de hauteur. Les tiges, fortement pileuses, portent des feuilles alternes, pétiolées et oblongues, entières sauf les inférieures, d'un vert terne. Les fleurs, axillaires, sont généralement solitaires ; la corolle est tubulaire et irrégulièrement divisée en cinq lobes ; rose ou blanche, avec des tâches pourpres ou jaunes, elle est pubescente à l'extérieure, et porte à l'intérieur, insérées à la base, les 4 étamines. L'ovaire est supérieur et le fruit, érigé, oblong, une capsule allongée de section carrée s'ouvrant par deux valves (dimensions du fruit : 2-2,5 cm sur 0,5 - 1 cm de diamètre). Les graines sont petites, nombreuses (une soixantaine) jaunâtres ,brunes ou noires.

La plante croît favorablement dans les régions tempérés l'été, aussi bien que dans les régions tropicales à conditions semi-arides. Ce qu'elle craint, ce sont les fortes pluies et les excès d'humidité. Du point de vue sol, elle préfère les terres argilo-sableuses riches et bien draînées, de préférence d'-origine volcanique

SA CULTURE

On sème le sésame en lignes distantes de 75 cm, et on éclaircit par la suite pour avoir un plant tous les 12 - 15 cm sur la ligne.

La maturité intervient entre 3 et 5 mois après le semis selon la précocité des variétés et les conditions écologiques, il convient de récolter dès la déhiscence des premières capsules. Les plantes sont coupées à la base, liées en bottes et mises à sécher avec soin pour éviter la perte de graines. La séparation de celles-ci est faite en secouant les capsules dans un container clos.
Les rendements sont très variables. En moyenne, on a relevé 280 kg/ha aux Indes et 390 en Egypte et en Amérique tropicale ; dans de bonnes conditions on a pu atteindre 780 kg, mais avec les nouvelles variétés mécanisables et dans de bonnes conditions de fertilisation, on peut espérer d'avantage.

Comme ennemis de la plante il faut citer occasionnellement des pucerons, des punaises, des mineuses de feuilles et des vers de capsules ; mais ce sont surtout les maladies qui peuvent être redoutables :

Cercospora sesami, Alternaria, Pseudomonas sesami, s'il y a trop d'humidité

Fusarium oxysporum , f. sesami ,parfois sérieux

Pseudomonas solanacearum, à craindre en irrigation.

SON UTILISATION

L'huile de sésame est de trèshaute qualité, inodore, et comparable à l'huile d'olive.
La composition des graines est en moyenne de 50 % d'huile, 25 % de protéines et 11% de carbohydrates . Par pression à froid on extrait seulement 30 à 40 % d'huile, le reste donnant au tourteau une bonne valeur pour l'alimentation du bétail ou des volailles. Par extraction à chaud ou par solvant on obtient une huile industrielle diversement utilisée.
Les graines depelliculées sont aussi largement utilisées en patisserie et biscuiterie, ou consommées directement après légère torréfaction.

La production mondiale se chiffrait en 1955 à 1.750.000 tonnes de graines dont 1.250.000 en Extrême-Orient et seulement 105.000 en Afrique (Soudan, Nigéria, Est africain, Mozambique).
Cette production est relativement stable puisque les productions d'huile pour les périodes 1934 - 38 et 1962 - 66 sont respectivement de 563 et 565.000 tonnes (5e rang des oléagineux tropicaux et 7e rang des huiles dites fluides ou alimentaires de toutes provenances). A noter que le sésame est surtout consommé localement et que le commerce mondial ne représente que l'équivalent de 29.000 t d'huile.

LE SOJA

Largement cultivé depuis des siècles en Asie, dont il est originaire, et tout particulièrement en Chine, en Mandchourie et au Japon, le soja est resté une plante mineure à l'échelon mondial jusqu'à la dernière guerre. La plante était connu en Europe depuis qu'un botaniste allemand l'avait rapportée du Japon en 1691, mais il fallu attendre 1908 pour que débute quelques exportations du Japon vers l'Europe de l'Ouest. C'est l'arrêt des importations d'huile de palme et de coprah en provenance de l'Extrême Orient, qui est à l'origine de l'extension considérable de cette culture aux Etats-Unis. De 1200 ha en 1938, ce pays passait à 6 millions d'hectares en 1953, avec une production atteignant la moitié de la production mondiale. Contrairement à d'autres productions, rien n'indique qu'elle puisse fléchir, car on lui trouve continuellement de nouveaux usages. Elle est de très loin au 1er rang des huiles d'origine végétale : 4.666.000 t d'huile en moyenne pour la période 1962 - 1966, suivie de l'arachide avec 2.858.000 t. Elle représente 29 % du tonnage des huiles fluides alimentaires.

LA PLANTE

Le soja, Glycine max ou Soja hispida, appartient à la famille des légumineuses, famille très importante du point de vue économique.

Le soja est une plante herbacée, annuelle, généralement érigée, de 20 à 80 cm habituellement, mais pouvant atteindre 2m. Les tiges, très velues portent des feuilles à 3 folioles également pileuses. Les fleurs, petites et presque sessilès, sont typiquement papillonacées et disposées en grappes à l'aisselle des feuilles ; la corolle est blanche ou lilas ; les gousses sont étroites, pileuses, de 3 à 4,5 cm de longueur et contiennent 2 à 4 graines globuleuses de couleur différente selon les variétés.

Cultivée en Asie du 8e parallèle sud (Indonésie) au 48 e parallèle Nord (Mandchourie), cette plante présente de ce fait un large éventail de variétés. Ces variétés ne sont pas seulement des adaptations à certaines conditions climatiques ou édaphiques, mais également aux grandes différences de longueur des saisons de culture. Certaines variétés répondent donc différemment à la longueur du jour et il faudra en tenir pour le choix des variétés.

En raison de l'extension prise par cette culture, le soja a fait l'objet de croisements et de sélections, d'abord en vue d'une meilleure adaptation aux conditions de culture, ensuite du point de vue photopériodisme, (les variétés

de jours longs sont précoces et celles de jours courts tardives), et plus récemment pour la teneur en huile et en protéines.
Les variétés commerciales contiennent de 40 à 45 % de protéines brutes (de composition fort semblable aux protéines animales) et entre 19,2 et 20,4 % d'huile.

SA CULTURE

En dehors de l'Asie, le soja est cultivé du Sud au Nord des Etats-Unis. La plupart des variétés préfèrent qu'il pleuve pendant la période de croissance et fasse plutôt chaud et sec pendant la maturation. Dans les régions où le climat trop tempéré ne permet pas la fructification on peut les cultiver comme fourrages.
En ce qui concerne le sol, les exigences du soja sont similaires à celles du maïs ; l'aération du sol et un bon drainage sont indispensables car l'enracinement est profond. Ce sont donc les qualités physiques du sol qui priment, la fumure pouvant corriger la fertilité.

Le semis se fait en lignes distantes de 45 à 60 cm, selon la fertilité, à 3 cm sur la ligne et en enterrant la graine de seulement sa grosseur. On préconise aussi des poquets de 3 graines à 40 x 20 pour les variétés précoces et 60 x 40 pour les tardives.
Toutes les opérations culturales, du semis à la récolte, peuvent-être mécanisées. L'entretien est d'ailleurs limité, car la plante couvre très rapidement.
Le soja vit en symbiose avec Rhyzobium japonicum, bactérie fixatrice d'azote qui vit dans les nodosités des racines.
C'est donc une plante qui enrichit normalement le sol en azote et c'est pourquoi on la cultive en alternance avec une céréale comme le maïs ou le riz de plateau. La bactérie peut manquer dans un sol nouvellement mis en culture ; les graines en apportent, et en quelques années une population satisfaisante de bactéries peut s'installer ; néanmoins, il peut être souhaitable d'inoculer les graines avec du Rhyzobium dont il existe des préparations commerciales ; les rhyzobium étant en principe spécifiques, il vaut mieux ne pas utiliser une préparation prévue pour une autre légumineuse. (Ce problème serait d'ailleurs à éclaircir, les Belges ayant obtenu au Congo des résultats avec d'autres Rhyzobium, dont celui de Pueraria). Si on le peut, on réinoculera les semences à chaque rotation.

En culture traditionnelle, la récolte est faite à la main, ce qui est lent, couteux et occasionne des pertes. Aux Etats-Unis, on récolte à pleine maturité avec des "combines", les graines étant alors bonnes à la commercialisation immédiate.

Les essais IRAT I969 dont état de rendements atteignant 2 800 kg

A noter que, comme pour le maïs, les récoltes de I° cycle dans la région centre, sont de mauvaise qualité et de faculté germinative pratiquement nulle.

Les rendments signalés en Afrique sont de 1000 à 1800 kg des graines sèches (aux USA on va jusqu'à 3 400 kg et le rendement moyen de Mandchourie est de 1 700 kg), les variétés tardives étant généralement plus productives. Les variétés à retenir seraient pour nos pays :

S 17 , hybride Yangambi, cycle de 105 jours, graines noires
S 14, hybride Yangambi, cycle de 105 jours graines vertes
Palmetto, du Brésil, cycle de 80 - 90 jours, graines jaunes
Biloxi, de Centrafrique, cycle de 100 jours, très grosses graines brunes.

Du point de vue sanitaire, ce sont les maladies qui sont à craindre, tant sur les racines, que les tiges et les feuilles : fusariose, anthracnose, cercosporiose, bactériose, etc ...

SON UTILISATION

Le soja est probablement la plante dont les usages sont les plus diversifiés.

En Asie, il a essentiellement un usage alimentaire, avec des préparations inconnues ailleurs. Ainsi, à partir du soja noir, et en faisant intervenir Aspergillus oryzae, on prépare industriellement la sauce de soja. En Indonésie, le "témpé" est une préparation dans laquelle les graines sont cuites, dépelliculées, agglomérées, ensemencées avec du mycelium de Chlamydomucar oryzae - qui transforme les protéines en une forme plus digeste -, le produit final étant prêt à plusieurs usages,frit ou mélangé avec toutes sortes d'ingrédients. En Chine, le "tao ho" ou teo-fu", consiste à tremper les graines, à les réduire en farine qui est bouillie puis pressée ; le jus est additionné de sel, vinaigre et lait de coco et forme une masse gélatineuse qui est coupée et égouttée pour donner un fromage très digeste, départ de multiples préparations.

Aux Etats-Unis les usages sont assez différents.
La plante verte peut-être paturée, donnée en fourrage, ou bien ensilée ou fanée.
Les graines entières servent à la fabrication

- d'aliments du bétail
- de farines aux très nombreux usages (pâtes alimentaires, aliments pour enfants et diabétiques, confiserie, etc?...)
- de lait végétal (composition comparable au lait de vache) aux multiples utilisations.

On les utilise aussi cuites, grillées, germées, sous forme de sauce etc...
Vertes, on consomme les graines comme légume.
L'huile qui a remplacé définitivement et plus ou moins totalement celle de coprah ou de palme, trouve chaque jour des usages nouveaux : produits alimentaires (huile de table, margarine), extraction de lecithine (chocolaterie, teinture des textiles, stabilisant pour l'essence, émulsifiant ...), savonnerie, vernis, celluloid, émaillage, linoléum, isolation électrique, substituts du caoutchouc, etc...
La farine déshuilée, outre ses usages alimentaires pour les animaux ou pour l'homme, sert dans l'industrie des protéines (peintures, imperméabilisants, encollage des papiers) et des plastiques.

Bibliographie

OCHSE, J.J. et al. : Tropical and subtropical agriculture
MC-Millan Cy NY 1961

VAN DEN ABEELE, M. et VANDENPUT, R : Les principales cultures du Congo-Belge 1956

SAPIN, P. : Le soja dans le Monde
Bull. Agr. Congo Belge, L : 897 - 943 (1959)

(les deux premiers ouvrages peuvent également être consultés pour le Sésame)