

# Relation entre l'écologie et l'agriculture de plantation <sup>(1)</sup>

Synthèse des travaux effectués par l'I. R. H. O. et l'ORSTOM

J. OLIVIN (2)

**Résumé.** — La mise en valeur de grandes superficies de forêts ou de savanes par une monoculture différente de la végétation initiale, depuis très longtemps en équilibre avec le milieu, peut modifier certains facteurs écologiques tels que le climat, le sol, la flore, la faune. L'I. R. H. O. a cherché à préciser dans quelles mesures les techniques actuellement utilisées pour la culture du palmier à huile assurent la préservation de l'environnement. L'article passe en revue les résultats des observations et des travaux de l'I. R. H. O. et de l'O. R. S. T. O. M. sur les effets de la mise en culture par le palmier à huile sur le climat (pluviométrie essentiellement), les sols (évolution physico-chimique), la flore (adventices nuisibles), la faune (rongeurs nuisibles), l'entomofaune (ravageurs et parasites), les maladies cryptogamiques. Les méthodes permettant d'éviter une évolution irréversible défavorable du milieu ou d'orienter cette évolution sont décrites. La conclusion est que si la recherche agronomique met actuellement des méthodes d'intervention efficaces au service du développement, il faut néanmoins rester très attentif car un équilibre biologique est toujours fragile.

La création de grandes plantations de plusieurs milliers d'hectares de palmiers à huile se fait très souvent aux dépens de formations forestières plus ou moins anciennes. Les savanes et les zones déjà défrichées par la « shifting cultivation » commune sous les tropiques sont, par contre, plus rarement choisies pour la réalisation de projets agro-industriels. Dans tous les cas et en particulier quand la monoculture industrielle remplace la forêt ou même la savane, dont les végétations sont depuis très longtemps en équilibre avec le milieu, il est possible que certains facteurs écologiques, tels que le climat, le sol, la flore, la faune soient modifiés. L'I. R. H. O. s'est donc préoccupé de vérifier pour un certain nombre de cas, si les techniques actuellement utilisées pour la culture du palmier à huile assurent la préservation de l'environnement ; il faut en effet éviter que le désir de produire le plus possible et au moindre coût ne détruise le capital initial de « fertilité ».

## I. — LE CLIMAT

### 1. — Rappel des conditions climatiques favorables à l'élaéculture.

Le climat favorable à l'élaéculture est de type tropical ou équatorial humide. La pluviométrie constitue le facteur de production principal ; la normale, répartie en une ou deux saisons des pluies, doit être supérieure à 1 800 mm et le déficit hydrique moyen annuel [1] ne doit pas dépasser 300 mm. En Côte-d'Ivoire, sur sables tertiaires, la perte de production est de près de 30 p. 100 [2] quand le déficit hydrique passe de 0 à 400 mm.

Les températures d'Afrique de l'Ouest, telles celles de La Mé, ont longtemps été considérées comme des références en dessous desquelles il ne fallait pas descendre. La température plus élevée à San Alberto (Colombie) qu'à La Mé est même considérée comme un facteur favorable. Cependant, de très bonnes productions sont tout de même obtenues dans des sites plus frais, malgré quelques retards dans la maturation, si les autres conditions sont satisfaisantes (Tabl. I).

(1) Note présentée au 2<sup>e</sup> Symposium sur « Notre environnement », organisé par l'Institut des Sciences naturelles ; 14-16 novembre 1979, Nanyang University (Singapour).

(2) Département Agronomie de l'I. R. H. O.-I. R. H. O./GERDAT, B. P. 5035 — 34032 Montpellier Cedex (France).

TABLEAU I. — Températures de quelques zones plantées en palmiers à huile (degrés Celsius)  
(Temperature of some zones planted with oil palms)

	Colombie (Colombia) San Alberto	Côte-d'Ivoire (Ivory Coast) La Mé	Equateur (Ecuador) Quimindé	Pérou (Peru) Tocache	Nouvelles- Hébrides (New Hebrides) Santo
Moyenne annuelle des (Mean annual)					
maxima .....	33,7	30,0	28,3	30,0	28,6
minima .....	22,5	23,1	21,3	20,0	22,4
Moyenne annuelle (Mean annual) .....	28,1	26,5	24,8	25,0	25,5
Sols (Soils) (origine).....	Alluvions récentes (Recent alluvial)	Sédimentaires tertiaires désaturés (Desaturated sedimentary tertiary)	Volcanique récent (Recent volcanic)	Alluvions récentes (Recent alluvial)	Argiles profondes formées sur corail très évolué (Deep clays formed on very devld. coral)
Rendements en t de régimes (Yields in t bunches).....	24,5	17,5	26	22	25
Déficit hydrique (Water deficit) (mm) .....	150	300	0	0	0

TABLEAU II. — **Radiation solaire et ensoleillement comparés**  
(Comparison of solar radiation and sunshine)

	Ensoleillement ( <i>Sunshine</i> ) heures/an ( <i>hours/year</i> )	Radiation cal/cm <sup>2</sup> /jour ( <i>/day</i> )
Côte-d'Ivoire ( <i>Ivory Coast</i> ) (La Mé).....	1 676 (100)	330 (100)
Bénin (Pobé).....	1 707 (108)	355 (108)
Equateur ( <i>Ecuador</i> ) (Pichilingue).....	900 (54)	264 (80)

La radiation solaire, qui est une estimation plus précise de l'énergie reçue par le végétal (Tabl. II) que l'Insolation Campbell, est en général voisine de 330 cal/cm<sup>2</sup>/jour.

Le seuil « classique » de 1 800 h d'insolation par an est battu en brèche par les rendements de 20-25 t de régimes/ha obtenus à Quindé, proche de Pichilingue, où la baisse de la radiation n'est pas du tout proportionnelle à celle de l'insolation.

L'hygrométrie doit être maximale ; elle dépend évidemment de la pluviométrie. Dans certains pays (Bénin), elle peut être affectée en saison sèche par des conditions défavorables (vent d'harmattan).

## 2. — Evolution du climat après plantation.

Les variations à court terme, sur des périodes de 5 à 20 ans, du climat, y compris celles de la pluviométrie, sont d'une manière générale difficiles à mettre en évidence car elles se confondent, ou peuvent être masquées par les cycles d'évolution à long terme ou par des modifications profondes du climat. Le Bénin offre un excellent exemple. La création dans les départements du Sud de 1966 à 1970 de grandes coopératives dont certaines couvrent plusieurs milliers d'hectares, a coïncidé avec une avancée vers le Sud du « front de sécheresse » qui affecte le Sahel depuis 1970, masquant ainsi tout effet possible des plantations.

TABLEAU III. — **Bénin (Pobé) —**  
**Evolution des déficits hydriques annuels**  
(*Evolution of annual water deficits*) — mm —

	Mini.	Moyenne ( <i>Mean</i> )	Maxi.
Période 1951-1960.....	269	423	623
Période 1961-1970.....	344	434	675
Période 1971-1978.....	526	707	977

Le tableau III montre bien l'accroissement catastrophique de la sécheresse dans le Sud-Bénin, durant les 8 dernières années, qui a des conséquences dramatiques sur la production des palmeraies.

Quelques exemples ponctuels permettent néanmoins de mettre en évidence les effets de la mise en culture sur la pluviométrie.

En Colombie à San Alberto, le défrichement de la forêt pour créer une plantation de palmiers a été suivi, quelques années plus tard, par une baisse des précipitations annuelles. Mais, rapidement, la pluviométrie est revenue au niveau habituel, une fois que le feuillage des palmiers et la légumineuse intercalaire ont recouvert le sol (Tabl. IV).

La période de grande déforestation a duré 5 ans

TABLEAU IV. — **Colombie (San Alberto) —**  
**Evolution de la pluviométrie annuelle**  
(*Evolution of annual rainfall*) — mm —

Années ( <i>Years</i> )	Ha cumulés défrichés puis plantés ( <i>cumulated, cleared, planted</i> )	Age des palmiers ( <i>Age of palms</i> )	Pluviométrie annuelle ( <i>Annual rainfall</i> ) (mm)
1961			2 399
1962	733	—	2 610
1963	1 549	0	2 547
1964	2 681	1	2 313
1965	3 703	0-1-2	1 994
1966	3 751	0-1-2-3	2 093
1967	3 751	1-2-3-4	1 929
1968	3 751	2-3-4-5	2 513
1969	3 911	0-3-4-5-6	2 685
1970	4 114	0-1-4-5-6-7	2 829
1971	4 334	0-1-2-5-6-7-8	2 872
1972-1978			2 598

(1962-1966) et a porté sur 3 751 ha. Les pluies ont connu rapidement un ralentissement sensible (1 900 à 2 100 mm) par rapport à la normale (2 500 mm) durant 3 ans (1965-1967). Pendant cette période, les terrains défrichés sont restés, à tour de rôle, sans couverture végétale, puis ont été plantés avec les jeunes palmiers de petite taille. En 1968, les palmiers des premiers programmes de plantation (2 681 ha) ont de 3 à 5 ans et sont déjà bien développés, de plus la couverture de légumineuse est bien établie. Cet ensemble végétal qui couvre très bien le sol a pour effet de ramener les pluies annuelles au niveau des années ayant précédé la déforestation.

Une étude a été réalisée par Quencez [3] en 1976 sur l'évolution de la pluviométrie de la savane de Dabou en Côte-d'Ivoire (environ 50 000 ha couverts par l'*Imperata cylindrica*) après qu'une partie ait été plantée de 1955 à 1965 en palmiers (environ 2 500 ha) et en hévéas ( $\pm$  10 000 ha). L'étude des déficits hydriques des postes météorologiques placés dans les plantations montre une certaine stabilité de ceux-ci de 1957 à 1973, voire même une diminution, alors qu'à partir de 1968 le déficit hydrique du secteur non planté a augmenté à cause d'une répartition mensuelle moins favorable.

Les deux exemples précédents relatifs à la Colombie et à la Côte-d'Ivoire montrent que la palmeraie, grâce à son architecture très voisine de celle de la forêt, a un effet semblable sur le processus de formation des pluies.

## 3. — Action possible de l'homme sur les effets de certains facteurs climatiques.

Lorsqu'une plantation d'importance se trouve être placée pour une raison ou une autre dans une situation

climatique défavorable, il serait souhaitable d'améliorer celle-ci. L'irrigation peut apporter une réponse théorique à une insuffisance des pluies, seul facteur sur lequel il semble possible d'intervenir. Un essai d'irrigation par aspersion en Côte-d'Ivoire [4,5] a fourni une augmentation de production de 107 p. 100/3 ans par rapport au témoin qui produisait 11 t de régimes/ha/an. Dans un autre essai d'irrigation mis en place à la station de Pobé (Bénin), et utilisant la technique d'irrigation du goutte à goutte [6], les palmiers irrigués ont produit en moyenne 22 t de régimes/ha/an durant les 6 premières années de fonctionnement contre 8 t pour le témoin. Ces résultats expérimentaux sont très encourageants mais leur transposition à l'échelle industrielle pose cependant un certain nombre de problèmes techniques, financiers et économiques.

La technique de la pluie artificielle ne semble pas avoir été très étudiée, son utilisation se heurte probablement à la petitesse de la surface à traiter et aussi au coût de sa mise en œuvre.

Les effets de la sécheresse peuvent parfois être renforcés par d'autres facteurs. C'est ainsi le cas du Sud-Bénin qui, en janvier et février (saison sèche), est traversé par un vent sec, l'harmattan, venant des zones arides du Nord. Ce vent sec renforce très fortement l'évapotranspiration potentielle — qui peut atteindre certains jours 7 ou 8 mm pour une moyenne journalière annuelle de 4 mm — alors que déjà l'insuffisance des pluies se fait sentir. Dans de telles conditions, des brise-vents constitués par des rideaux d'arbres à croissance rapide, dont l'idée a été suggérée dès 1964 [7] par l'I. R. H. O., pourraient peut-être protéger les parcelles de plantation. Une expérimentation préalable sera évidemment nécessaire pour déterminer les essences utilisables et la dimension des parcelles à protéger. Les surfaces à défricher seront évidemment plus importantes pour éviter que les palmiers ne soient ombragés par les brise-vents.

## II. — LES SOLS

Le palmier à huile est une plante très plastique et s'adapte à des types de sol très différents [8, 9]. Il n'est pas possible dans cet article de les décrire tous. Les principaux facteurs limitants sont les textures extrêmes, les éléments grossiers, les structures compactes, l'hydromorphie excessive et, à la limite, les caractéristiques chimiques (pauvreté excessive ou toxicité).

Les exemples de mise en valeur ayant entraîné la perte de vastes surfaces de terre cultivable étaient très nombreux au siècle dernier, et encore de nos jours malgré les efforts des agronomes pour mettre au point des techniques spécifiques pour assurer la conservation de la fertilité des sols. Pour le palmier à huile, les techniques de préparation et d'exploitation ont été mises au point sans perdre de vue cet objectif, mais il est nécessaire de vérifier dans quelles mesures cette intention a été suivie d'effet.

### 1. — Evolution physique des sols après plantation.

L'évolution physique des sols sous différents types de végétation a été étudiée par l'ORSTOM [11, 12, 13] dont les travaux servent de référence. L'érosion

sous forêt au Sud de la Côte-d'Ivoire est de l'ordre de 100 kg de terre par ha et par an pour les sables tertiaires avec une pente de 7 p. 100 [10], et de 150 kg pour les schistes pour une pente de 23 p. 100 [11]. Les pertes dans une palmeraie ayant une plante de couverture bien développée sont de l'ordre de 300 kg/ha/an pour les sables tertiaires et pour une pente de 7 p. 100. Ces pertes sont incomparablement plus faibles que celles dues aux cultures annuelles :  $\pm$  32 t/ha/an pour le manioc et 90 t/ha/an pour le maïs pour une pente de 7 p. 100 sur sables tertiaires. En palmeraie, l'érosion importante par nappe ou ravinante n'est à craindre que pendant quelques mois au moment de la préparation du terrain lorsque le sol est totalement nu. Il faut rechercher la méthode manuelle ou mécanique qui perturbe le moins possible le sol de surface.

L'équilibre physique du sol sous palmeraie est néanmoins fragile et peut être partiellement détruit par l'action d'agents divers, tels que : disparition de la végétation du sous-étage sous l'effet de l'ombrage créé par les palmiers, pâturage excessif par les bovins, épandage mécanique des engrais dans l'interligne, emploi d'engins mal adaptés du type Dumper, pour effectuer le transport des régimes des arbres au bord des pistes de récolte. Des manifestations d'érosion en nappe sur pente faible ou en rigoles sur les pentes fortes avec mise à nu du système racinaire ont été observées dans plusieurs plantations du Sud de la Côte-d'Ivoire (Fig. 1).



FIG. 1. — Erosion en palmeraie due à l'emploi d'engins mécaniques inadaptés (*Erosion in palm grove due to the use of ill-adapted machines*).

Les méthodes d'intervention les plus efficaces sont : — la pose systématique, même quand il n'y a pas encore d'érosion, de palmes d'élagage, sans le pétiole épineux et le rachis, parallèles aux lignes dans l'inter-

ligne sans andain (Fig. 2) pour réduire l'effet de battance des pluies et la destruction de la structure des horizons supérieurs ;

— la pose de cordons de rafles d'huilerie en travers des interlignes ou dans le fond des rigoles. Cette dernière méthode ne peut être utilisée que ponctuellement du fait de son coût dans les zones où l'érosion est grave ;

— une autre méthode consiste à épandre les engrais dans les andains ;

— par ailleurs, il faut éviter un effectif trop important du troupeau de bovins et utiliser des dumpers munis de pneus larges à basse pression ;

— des essais sont poursuivis pour la réintroduction de plantes de couverture sous palmeraie avec l'aide d'engrais azotés.

Une autre cause de dégradation des sols peut provenir de l'action humaine. La plantation de San Alberto (Colombie, Vallée du Magdalena) est à 10 km du pied des Andes ; cette région était inhabitée et couverte par la forêt au moment de la création de la plantation. Cette dernière a favorisé le peuplement humain et les petits planteurs ont peu à peu supprimé la forêt située sur le bassin versant du Magdalena et d'un affluent, le Rio San Alberto (Fig. 3). Il s'ensuit maintenant un écoulement violent des eaux sur les pentes ; autrefois les crues du San Alberto survenaient 48 h après les pluies, maintenant elles arrivent en 6 h. Les aménagements hydrauliques (rectifications des rivières, canaux de drainage) avaient été prévus pour 200 m<sup>3</sup>/s, le débit est aujourd'hui de 2 000 m<sup>3</sup>/s. Par ailleurs, cette masse d'eau crée une forte érosion de la montagne ainsi que le dépôt de couches de sable de 40 cm d'épaisseur sur certaines parcelles. Si ce phénomène socio-économique avait été prévu, la plantation aurait été placée 5 km plus loin et ces problèmes qui compromettent la replantation ne seraient pas apparus (Fig. 4).

La mise en culture de terrains dont les pentes excèdent 20 p. 100 sur des surfaces importantes doit être évitée pour de nombreuses raisons. Cependant, le choix n'est pas toujours possible et il faut alors prendre des dispositions pour assurer la conservation du sol. Celles-ci consistent à créer des terrasses [14] soit manuellement soit mécaniquement. Les terrasses peuvent être individuelles (cercle de 3-4 m de diamètre) ou continues (banquettes en courbes de niveaux de 3 m de large). La facilité des travaux d'exploitation de la plantation justifie également la création de ces aménagements.

Dans certains cas, un drainage inconsideré peut rendre certains sols impropres à la culture: sols de tourbes, sols salins à sulfato-réduction (acid sulphate soils).

## 2. — Evolution chimique des sols.

L'I. R. H. O. a entrepris une enquête multilocale sur ce sujet. Actuellement, seuls les résultats concernant l'évolution durant 14 ans des sols forestiers, formés sur les sables tertiaires sédimentaires ferrallitiques désaturés (Ferralsol) du Sud de la Côte-d'Ivoire, sont connus [10].

Le taux de carbone du sol de surface (0-30 cm) de la palmeraie semble se stabiliser à partir de 9 ans entre 55 et 65 p. 100 de celui du sol de la forêt (Fig. 5).



FIG. 2. — Pose de palmes d'élagage dans l'interligne (*Laying of pruned fronds in the interrow*).



FIG. 3. — Erosion sur les pentes défrichées des Andes colombiennes à proximité de la plantation de San Alberto (*Erosion on the deforested slopes of the Colombian Andes near the San Alberto Plantation*) (Photo. Genty).



FIG. 4. — Dépôt sableux par suite de l'érosion sévissant dans les Andes (*Sandy deposit due to erosion in the Andes*) (Photo Genty).

Le taux d'azote en surface du sol de palmeraie représente, à 14 ans, 75 p. 100 de celui du sol de la forêt. Le rapport C/N est nettement plus faible dans le sol de la palmeraie que dans celui de la forêt à partir de 4 ans, ce qui indique qu'un nouvel équilibre microbiologique contrôle l'évolution de la matière organique (Fig. 6).

Le taux d'acides humiques pour la palmeraie n'est plus que 35 p. 100 à partir de 4 ans de ce qu'il était pour la forêt tandis que celui des acides fulviques est encore de 70 p. 100 (Fig. 7).

La méthode de préparation des terres préconisée par l'I. R. H. O. n'augmente pas l'acidité naturelle des sols.

La somme des cations échangeables diminue lentement après la plantation, et à 14 ans elle représente encore 80 p. 100 de celle du sol forestier. La palmeraie empêche un appauvrissement brutal en cations et démontre ainsi ses qualités préservatrices vis-à-vis du sol (Fig. 8).

Une tentative de bilan entre les quantités d'éléments restituées par les parties caduques des arbres, celles qui sont immobilisées par les parties pérennes et celles qui sont exportées par la récolte, montre que ces dernières représentent moins de 30 p. 100 de la quantité totale d'éléments prélevés par les arbres (Tabl. V). Une partie des éléments prélevés est d'ailleurs compensée par les engrais ou restituée sous forme de cendres de rafles.

TABLEAU V. — Rapport entre les quantités d'éléments exportées par une récolte de 17 t de régimes/ha/an et les quantités totales d'éléments prélevés (Relation between the quantities of elements removed by a harvest of 17 t bunches/ha/year and total quantities of elements taken up)

	Rapport (Relation) (p. 100)	Quantités exportées (Quantities removed) (kg/ha)
N .....	30	50
P .....	36	8
K .....	29	64
Ca .....	24	13
Mg .....	15	14
Moyenne (Mean)....	27	149

**Conclusion.**

A condition que des techniques appropriées soient utilisées, le sol n'a pas à craindre l'érosion et il tend à évoluer après une dizaine d'années vers un nouvel état chimique situé à un niveau de teneurs compris, en général, entre 60 et 90 p. 100 de celui du sol sous forêt selon les éléments. Les expériences montrent que ce nouvel état du sol, après 15-20 ans, est toujours favorable à la culture du palmier ; par ailleurs des rendements tout à fait satisfaisants sont obtenus sur des parcelles en cultures industrielles de palmiers depuis 60 ans.

Dans certains cas, la mise en culture peut même avoir un effet bénéfique, comme l'ont montré Ochs, Janse et Hulbos [15] en comparant les caractéristiques physico-chimiques du sol de la savane de Dabou avant et après plantation en palmiers à huile :

— les teneurs en azote, carbone, humus ont augmenté en proportions notables grâce, principalement,

FIG. 5, 6, 7, 8. — Evolution chimique des sols (Chemical evolution of the soils).

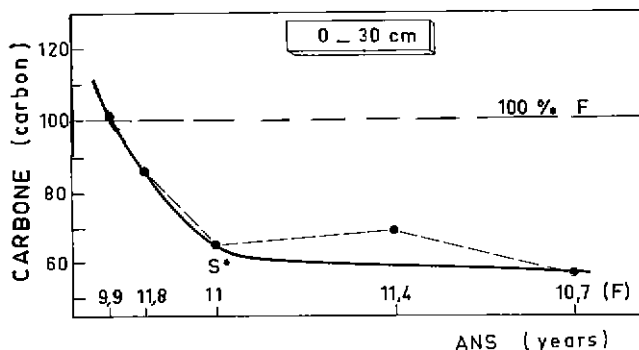


FIG. 5. — Taux de carbone du sol (Carbon content of the soil). (F) : Taux de C sous forêt, en p. 1 000 (P. 1 000 carbon under forest).

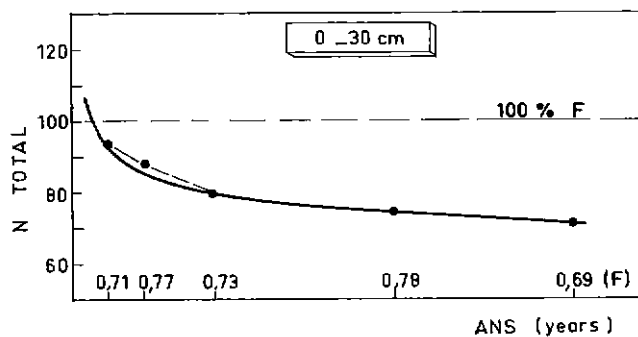


FIG. 6. — Taux d'azote en surface (N content of topsoil). (F) : Taux d'azote sous forêt, en p. 1 000 (P. 1 000 nitrogen under forest).

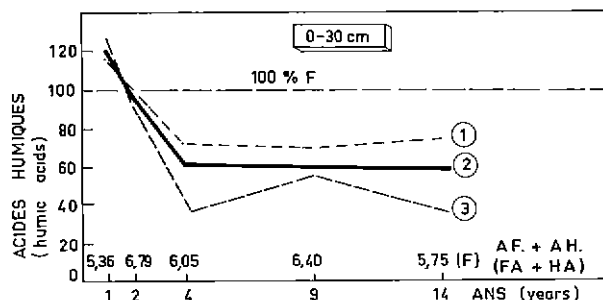


FIG. 7. — Taux d'acide humique (Humic acid content). 1) : acides fulviques — AF (fulvic acids — FA). 2) : total AF + AH (FA + HA). 3) : acides humiques — AH (humic acids — HA). (F) : Taux d'acides fulviques et humiques sous forêt, en p. 1 000 (P. 1 000 fulvic and humic acids under forest).

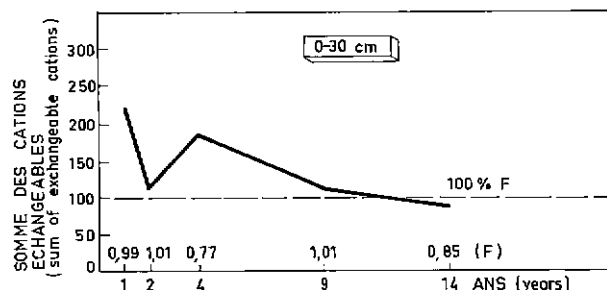


FIG. 8. — Somme des cations échangeables (Sum of exchangeable cations). (F) : Taux de cations échangeables sous forêt, en méq/100 g (Exchangeable cations under forest, meq/100 g).

à l'action de la légumineuse de couverture. L'augmentation de la quantité d'azote sur 10 cm d'épaisseur correspond à 619 kg de sulfate d'ammoniaque à 20 p. 100, ce qui est considérable ;

— en surface, le sol de palmeraie est un peu plus acide que celui de la savane (différence rarement supérieure à 0,5 unité pH), car il ne profite plus de l'action alcalinisante des cendres des feux de brousse ;

— certaines propriétés physiques ont également été modifiées par la mise en culture en palmiers : la porosité totale et la perméabilité du sol sont plus élevées sous palmeraie, surtout dans les 30 premiers centimètres et le domaine d'eau disponible des 10 premiers centimètres est double de celui trouvé en savane.

### III. — LA FLORE ASSOCIÉE AUX PALMIERS

#### 1. — La flore associée aux jeunes plantations [16].

La flore du sous-étage forestier ne se reconstitue évidemment pas, elle peut donc être remplacée naturellement, surtout au début de la plantation lorsque les jeunes palmiers ne recouvrent pas le sol, par des adventices nuisibles qui exerceront une concurrence pour les éléments nutritifs. Ces mauvaises herbes peuvent même, tel l'*Eupatorium*, se développer plus vite que les jeunes palmiers et les étouffer. Les adventices les plus fréquentes en Afrique de l'Ouest et en Amérique latine sont l'*Imperata cylindrica* (Fig. 9), l'*Eupatorium odoratum* (Afrique, Asie), le *Panicum repens*, qui sont très compétitives au niveau de l'azote et du potassium (Tabl. VI).

TABLEAU VI. — Effet de l'*Imperata* sur la nutrition minérale et la production  
(Effect of *Imperata* on mineral nutrition and yield)

	Sans (No.)	Avec (With)
	Imperata p. 100 M. S. (D. M.)	
<b>Bénin</b>		
Plantations de 5-6 ans (5-6 year-plantations)		
— Teneurs en N (N contents)...	2,60	2,05
— Teneurs en K (K contents)...	1,08	0,74
<b>Colombie (Colombia)</b>		
Plantations de 3 ans (3 year-plantations)		
— Rendements en t de régimes (Yields-t bunches) .....	6,3	2,3

D'autres plantes, telles que les Setaires, les Coméliacées (plantes à stolons), *Thaumatococcus daniellii* (plantes à rhizomes), *Musango cecropides* (Moracée) ou Parasolier, peuvent envahir les interlignes ou les andains. Les parasoliers peuvent créer un ombrage néfaste aux jeunes plants. Les recrûs ligneux peuvent également être très compétitifs.

L'éradication manuelle, mécanique ou chimique de toutes ces plantes adventices est difficile et coûteuse. Mais il suffit de prendre la précaution de semer le plus tôt possible une plante de couverture, en général une légumineuse (*Pueraria*, *Centrosema*, *Calopogonium*)



FIG. 9. — Aspect de la savane à *Imperata cylindrica* (Lalang) avant plantation (Appearance of *Imperata cylindrica* — Lalang — savannah before planting).

qui couvre très rapidement le sol en 6 à 12 mois et limite ou contrôle énergiquement le développement des adventices, sauf le long des routes où il faut encore intervenir. La légumineuse présente en plus l'avantage de fixer l'azote de l'air qui profite ensuite aux jeunes palmiers (cf. II, 2). Seul le « rond » est occupé par des graminées qu'il faut contrôler manuellement ou chimiquement.

#### 2. — La flore associée aux plantations adultes.

La plante de couverture très héliophile disparaît progressivement à mesure que l'ombrage, dû aux palmiers, s'accroît. Les graminées ombrophiles se développent, les dicotylédones et les fougères croissent d'année en année.

En définitive, la flore associée qui remplace le sous-étage forestier subit une longue évolution et elle ne se stabilise que vers la quinzième année de la plantation.

### IV. — LA FAUNE EN PALMERAIE

#### Les mammifères rongeurs.

La mise en culture favorise le développement de plusieurs espèces de rongeurs qui s'attaquent aux jeunes palmiers durant les 3 premières années de plantation et peuvent les détruire par sectionnement du collet. Il existe plusieurs catégories de rongeurs, tout d'abord les *Thryonomys swinderianus* (grass-cutler) et *Atherurus africanus*, et plusieurs espèces de Murides dont la plus agressive vis-à-vis du palmier est *Dasymys incomtus*, suivie de *Lemniscomys*, *Strialus* et *Praomys*.

Du fait de la gravité de la situation dans certaines plantations de Côte-d'Ivoire, l'I. R. H. O., l'ORSTOM et la SODEPALM ont conduit une étude conjointe pour préciser l'écologie des rongeurs et en particulier de *Dasymys*. Celui-ci ne semble pas exister en forêt, sauf peut-être dans les bas-fonds. Il vit en lisière de forêt, dans les plantes de couverture des plantations, et dans les graminées. Il est attiré par les bas-fonds car il a besoin de beaucoup d'humidité, surtout quand *Panicum laxum* y est présent en abondance. La couverture épaisse de *Pueraria*, spécifique des plantations de palmiers, lui offre une protection qui lui permet de faire des déplacements depuis ses zones refuges et de créer des dégâts sérieux dans des situations très diverses (zones de savane, de forêt sans saison sèche, de forêt avec saison sèche) (Tabl. VII).

TABLEAU VII. — Côte-d'Ivoire (Ivory Coast)  
(Plantation d'Okrouyo)

Relation entre la couverture et les attaques de *Dasymys*  
[17] (Relation between cover and *Dasymys* attacks)

Parcelle (20 ha)	avec (Plot with cover)	couverture	34 p. 100 des palmiers ont été attaqués (of palms attacked)
Parcelle (20 ha)	sans (Plot without cover)	couverture	4 p. 100 des palmiers ont été attaqués (of palms attacked)

Il existe différents moyens de lutter contre les rongeurs : les manchons de grillage sont les plus efficaces, les anticoagulants classiques sont, par contre, assez peu efficaces. **Des méthodes de lutte basées sur la biologie du ravageur sont très utiles** ; elles consistent à détruire la plante de couverture-abri, à proximité des jeunes palmiers par le maintien d'un grand « rond » dénudé autour de chaque plant, et aussi à supprimer toute végétation sur une bande de 2 m de large sur la ligne de plantation. Le rabattage de la plante de couverture de l'interligne peut être effectué aussi dans le cas d'attaques graves.

Le cas des rongeurs illustre donc un des effets de la mise en culture sur l'environnement. Le remplacement de la forêt par les jeunes palmiers avec l'implantation de la légumineuse de couverture et aussi l'installation de certaines adventices (*Panicum laxum*), constitue un milieu favorable au développement de la population de rongeurs qui s'avèrent nuisibles à la culture elle-même. D'autres exemples de la modification du biotope par la palmeraie se retrouvent au niveau de l'entomofaune.

#### V. — L'ENTOMOFAUNE EN PALMERAIE

Les modifications profondes de l'entomofaune, conséquences de la mise en culture par le palmier à huile, ont été étudiées par Genty [18] en Amérique latine où la présence d'un grand nombre de ravageurs et le développement de plusieurs maladies létales, en relation avec des insectes vecteurs qui ont détruit certaines plantations, avaient momentanément réduit l'enthousiasme et l'intérêt des investisseurs pour cette culture, nouvelle pour le continent.

La caractéristique principale d'une plantation dirigée d'*Elaeis guineensis* est la continuité de la masse foliaire sur une très grande surface, ce qui est rarement le cas dans la nature, même pour les peuplements spontanés importants tels que, par exemple, les Babassus (*Orbignya speciosa*) du Nord-Est du Brésil ou les palmiers roniers (*Borassus aethiopicum*) d'Afrique de l'Ouest. Elle constitue en fait un nouveau biotope de par son homogénéité, son extension et les conditions microclimatiques qu'elle crée.

La faune entomologique du palmier à huile en Amérique est riche, principalement dans les plantations créées à partir de forêts primaires. Les espèces ont été obligées de se réadapter au nouveau milieu. La recherche des plantes hôtes originales des principaux ravageurs de l'*Elaeis* a montré que certaines espèces sont inféodées à des Palmacées de forêt généralement très isolées les unes des autres ; d'autres espèces, polyphages, vivent aux dépens de différentes essences

végétales. De plus, les ravageurs causent leurs dégâts aux mêmes niveaux du végétal aussi bien sur leur hôte originel que sur le palmier. Il existe par contre des différences très nettes dans les biocénoses, en particulier en ce qui concerne les complexes parasitaires des principales espèces nuisibles du palmier à huile. Certaines espèces d'hyménoptères ou diptères parasites de défoliateurs de palmiers de forêt par exemple, ne se rencontrent jamais en plantation alors que toutes les espèces utiles observées sur *Elaeis guineensis* sont présentes en zone forestière ou en lisières. C'est ainsi qu'en forêt le complexe parasitaire du *Natada pucaca* est constitué d'une douzaine d'espèces dont 2 seulement se retrouvent dans le milieu palmier. L'inexistence dans la palmeraie de nombreuses espèces végétales, servant d'alimentation aux parasites et présentes en forêt, pourrait expliquer ce phénomène. Cette diminution du stock parasitaire joue probablement un rôle dans l'apparition de soudaines pullulations.

Des études ont été réalisées au cours de cette dernière décennie sur environ une quarantaine d'espèces d'insectes nuisibles des jeunes plantations et des cultures adultes. Ces dernières ne comportent pas moins de 73 ravageurs différents au niveau de la flèche, du feuillage, des régimes, du stipe et du système racinaire. Les observations réalisées dans plusieurs pays d'Amérique latine ont permis de donner un aperçu, quoique incomplet, de la répartition géographique de chaque espèce et de mieux comprendre les différences existantes entre les pullulations d'un pays à l'autre, suivant les conditions particulières dans lesquelles se trouve chaque plantation. En Colombie par exemple, certains ravageurs apparaissent uniquement après 4 à 5 ans de plantation alors que dans une région de l'Equateur, où les températures moyennes et l'insolation sont nettement plus faibles, ces mêmes espèces attaquent le palmier beaucoup plus tôt (1 à 2 ans de plantation).

Les élevages systématiques et des observations au champ et en laboratoire ont permis de déterminer les cycles de développement et les comportements biologiques et alimentaires de chacune des principales espèces. Les complexes parasitaires ont été mis en évidence afin de connaître avec plus de précision les facteurs limitants permettant de réduire au maximum l'usage des pesticides. L'utilisation des pesticides chlorés ou phosphorés a pu être réduite au profit de produits à très faible toxicité, comme le soufre et le chlordiméforme. Ainsi *Retraerus elaeis*, responsable de la maladie appelée « Orange Spotting », est très sensible au soufre en poudre mouillable.

Des études biologiques ont permis également de détecter des maladies infectieuses de type viral, dont certaines sont utilisées comme moyen de lutte spécifique. Ainsi *Sibine fusca* [19], un des principaux défoliateurs, qui pullule sur des surfaces importantes, est très sensible à une maladie à virus transmise par ses parasites. Un traitement biologique utilise cette maladie et consiste à faire des pulvérisations aériennes avec une solution virale constituée à partir de chenilles malades.

Le souci constant du rétablissement de la faune utile, qui a présidé à l'élaboration des méthodes de lutte, a permis d'éviter de très nombreuses interventions chimiques qui stérilisent le milieu et le rendent

sensible à de violentes infestations. Les parasites n'ont pas fait l'objet de reproduction massive artificielle mais ont été suivis avec beaucoup d'attention et observés soit comme facteurs directs de réduction des populations, soit comme agents transmetteurs de maladies épizootiques des principaux ravageurs, permettant ainsi d'intervenir par voie chimique uniquement dans des situations d'infestation extrême et toujours sur des surfaces les plus réduites possibles. Cette politique s'est avérée très satisfaisante puisqu'elle a entraîné une récession progressive très nette des pullulations d'insectes nuisibles au cours de ces dernières années. Maintenant la lutte contre les principaux ravageurs est connue et la création d'une plantation présente beaucoup moins de risques sur le plan sanitaire qu'il y a une dizaine d'années.

## VI. — ÉTAT SANITAIRE DES PLANTATIONS ET NATURE DE LA VÉGÉTATION ASSOCIÉE

1. — **Le blast**, grave maladie des jeunes palmiers en pépinière en Afrique de l'Ouest, a été identifié dès 1944. Il se traduit par une nécrose humide de la flèche, un dessèchement centripète des feuilles et une pourriture du système racinaire. Certaines années, il a causé la mort de 80 p. 100 des plants de pépinière. Cette maladie a longtemps été attribuée à deux champignons (*Pythium* et *Rhizoctonia*), mais les essais de transmission ont toujours été des échecs.

Des observations effectuées durant une importante étude conjointe I. R. H. O.-SODEPALM (1972-1977) ont permis de mettre en évidence dès 1975 l'existence d'un vecteur aérien du groupe des insectes [20]. Des introductions successives et relatives d'insectes piqueurs, vecteurs possibles de pathogènes, dans des cages contenant des plants de palmiers sains, ont permis de reproduire la maladie. Parmi les centaines d'espèces d'insectes testées, *Recilia mica* Kramer (Homoptère Cicadellidae-Jassidae) est apparu comme étant le seul responsable de la maladie dont la transmission s'effectue très rapidement en 15 jours, mais seulement d'octobre à novembre quand les insectes passent sur les jeunes plants. Leurs plantes-hôtes habituelles sont essentiellement des graminées *Paspalum*, *Pennisetum*. Des organismes du type Rickettsies, trouvés dans le xylème des plants malades, pourraient être injectés par l'insecte.

Une technique culturale basée sur la biologie du ravageur permet de lutter efficacement contre la maladie, il suffit de supprimer toutes les graminées dans un rayon de 100 m autour de la pépinière. Les dégâts de blast relevés dans un essai ont été ainsi de 40 p. 100 pour une pépinière entourée de graminées, tandis qu'ils n'étaient que de 2,3 p. 100 si une ceinture dépourvue de graminée entourait la pépinière.

2. — **La maladie des taches annulaires** [21] a été identifiée en 1969 en Equateur où elle a pris rapidement une importance réelle. Elle n'affecte que les premières années de plantation, le maximum d'attaque ayant lieu à 1 an 1/2. Les dégâts maximaux observés dans une seule parcelle ont été de 90 p. 100 des arbres plantés, généralement ils sont inférieurs à 10 p. 100 et les jeunes arbres morts peuvent être rem-

placés. La décoloration et le jaunissement progressifs des feuilles s'accompagnent de la formation de chaînons de taches décolorées puis jaunes et, parallèlement, se développent une pourriture de la flèche, un brunissement des feuilles basses, une pourriture des régimes et des racines. La phase finale est un brunissement du feuillage, la pourriture du méristème et des racines.

L'origine de la maladie a été recherchée et il a été possible de mettre en évidence une relation entre la virulence de la maladie et la présence de *Panicum maximum* (Guinea Grass) et espèces dans l'interligne. La transmission de la maladie se ferait par voie aérienne, mais l'agent causal n'a pas encore été identifié.

La nécessité de la présence du *Panicum* explique pourquoi la maladie ne s'est développée que récemment en Equateur où les plantations ne sont faites sur d'anciens pâturages que depuis peu. D'autre part, la maladie ne touche que rarement des arbres de plus de 5 ans car l'ombrage modifie la flore de couverture et entraîne la réduction des populations de la graminée.

Les méthodes culturales de lutte découlent directement de ce qui précède : éradication des graminées avant la plantation, implantation d'une couverture dense de *Pueraria* et bon entretien des ronds.

3. — **La Marchitez** ou « maladie du dépérissement brutal », particulièrement grave en Colombie, a été associée en 1973 à la présence d'une larve mineuse du lépidoptère *Sagalassa valida* [22] qui détruit les racines. Récemment, l'existence de protozoaires flagellés semblables a été mise en évidence à la fois dans le phloème (tubes criblés) des palmiers et dans des Euphorbiacées présentes dans le rond des palmiers. Les travaux actuels cherchent à mettre en évidence un passage du protozoaire de la plante herbacée à l'arbre.

4. — **L'anatomie et la biologie de *Coelaenomenodera elaeidis***, petit coléoptère dont la larve est mineuse des feuilles de palmiers à huile en Afrique de l'Ouest, ont été fréquemment étudiées dans la revue *Oléagineux* [23, 24]. Ce ravageur est devenu particulièrement nuisible à partir de 1965 en Côte-d'Ivoire, depuis que le palmier à huile y a connu un grand développement. De nombreuses plantations industrielles sont touchées. Un programme d'étude intégrée comprenant la climatologie, la nutrition minérale, l'alimentation hydrique, l'âge des plantations est par conséquent en cours pour préciser l'écologie du ravageur. Les traitements chimiques, en général par voie aérienne, à base de HCH ou de parathion, doivent être effectués avec beaucoup de ménagements pour éviter la destruction des parasites.

Il a été constaté qu'en général les attaques étaient moins importantes en plantations villageoises qu'en plantations industrielles. Cette différence a été imputée en particulier à un entretien moins poussé des interlignes en petites plantations. Le recrû favoriserait le maintien d'une faune parasitaire qui disparaît si l'entretien le supprime complètement. Certaines fourmis noires vivant dans le recrû, comme les *Pheidole*, *Camponotus*, *Crematogaster*, sont prédatrices du *Coelaenomenodera*. Un entretien réduit de l'andain favoriserait le maintien de ces fourmis. Leur disparition



(elles sont remplacées par les fourmis rouges arboricoles *Oecophylla longinoda*), quand les arbres ont 5-6 ans, expliquerait en partie que les attaques du ravageur se produisent à partir de cet âge.

La différence de surface entre les plantations villageoises, de quelques hectares chacune, et les plantations industrielles, de plusieurs milliers d'hectares, ne serait pas non plus sans relation avec une brutale pullulation du *Coelaenomenodera* qui débute en général par un foyer de quelques hectares. Une plantation villageoise est plus ou moins séparée des voisines, ce qui limite l'extension du ravageur, tandis qu'en plantation industrielle d'un seul tenant il passe facilement d'une parcelle à l'autre si le traitement du foyer n'est pas fait à temps de façon suffisante. Ainsi la progression des surfaces attaquées sur le bloc de l'Aguededou (Côte-d'Ivoire) a été la suivante : février 1978 : 90 ha, novembre 1978 : 800 ha, février 1979 : 1 100 ha. Dans une autre plantation, 3 300 ha ont dû être traités par voie aérienne, ce qui est fort coûteux. Cette remarque pose le problème de la dimension des plantations.

Un morcellement en petites unités de quelques centaines d'hectares ne serait-il pas souhaitable pour limiter les risques de prolifération des insectes nuisibles difficiles à contrôler, malgré un coût d'investissement et d'exploitation un peu plus élevé ?

Il faut noter que l'hybride *E. melanococca* × *E. guineensis* est beaucoup moins sensible au *Coelaenomenodera*. Cette tolérance proviendrait d'une composition un peu différente de la feuille de l'hybride.

## VII. — ÉTAT SANITAIRE DES PLANTATIONS ET NATURE DE LA VÉGÉTATION ANTÉRIEURE

1. — La fusariose est une trachéomycose due à un champignon terricole, le *Fusarium oxysporium etaeidis* qui n'existe qu'en Afrique de l'Ouest. Elle s'attaque aux palmiers, parfois âgés d'un an seulement, qui sont plantés dans d'anciennes savanes ou après de vieilles palmeraies naturelles ou des plantations industrielles. Elle peut faire mourir les arbres 3 à 4 mois après que les premiers symptômes soient visibles, ou rester à l'état chronique. Dans ce dernier cas, les arbres végètent et produisent peu. Dans la savane de Dabou (Côte-d'Ivoire), les pertes sont comprises entre 5 et 20 p. 100 des palmiers initialement plantés selon le degré de sensibilité des lignées [25] car les différentes familles de palmiers *E. guineensis* supportent plus ou moins bien la maladie. Des lignées sensibles peuvent perdre 1 à 2 p. 100 de leur effectif par an et à 1 p. 100 de palmiers fusariés correspond une perte de production d'environ 0,75 p. 100.

La méthode de lutte la plus efficace est la recherche au sein du matériel végétal hautement producteur *E. guineensis*, de lignées tolérantes à la maladie. Ce travail est effectué systématiquement en Côte-d'Ivoire par le Département Phytopathologie de l'I. R. H. O. Certains hybrides *E. melanococca* × *E. guineensis* présentent une résistance totale. Dans le cas d'une replantation il est indispensable d'extirper les bulbes et le maximum de racines. D'autre part, il a été démontré [26] qu'une excellente nutrition potassique ralen-

tit fortement le développement de la maladie, ce qui conduit à appliquer une fumure potassique dès la plantation.

2. — Le *Ganoderma* est une autre maladie qui frappe les vieilles plantations de palmiers, surtout en Extrême-Orient et certaines régions d'Afrique (Nigeria, Cameroun) et les jeunes replantations. Aucune sélection n'a été entreprise encore à ce jour pour identifier des lignées de *E. guineensis* tolérantes à la maladie mais l'hybride *E. melanococca* × *E. guineensis* apparaît résistant.

Une autre solution pour lutter contre les deux maladies précédentes, et qu'il faudrait étudier sur le plan économique, est d'alterner, à chaque génération, palmier et hévéa sur les terrains respectifs qui leur seraient consacrés dans un périmètre de développement.

3. — Un gros coléoptère, l'*Oryctes*, utilise les stipes des vieux palmiers abattus avant replantation comme gîte de ponte et de développement pour ses larves. Les stipes abattus favorisent donc la pullulation du ravageur. L'adulte s'attaque ensuite aux jeunes palmiers en replantation dont il coupe la flèche et peut détruire le bourgeon terminal. Une méthode de lutte satisfaisante a été mise au point en Côte-d'Ivoire [27] ; elle consiste simplement à faire couvrir les stipes le plus rapidement possible par la légumineuse de couverture. La présence de cette plante rend les stipes beaucoup moins attractifs aux *Oryctes* qui n'y pondent presque plus.

## VIII. — LES RISQUES DE POLLUTION EN PALMERAIE

Un grand nombre de produits chimiques : herbicides, insecticides, fongicides, sont de plus en plus utilisés dans les plantations. Les dangers, que la manipulation de certains d'entre eux représentent pour la main-d'œuvre, sont bien connus ; le plus dangereux est probablement le Témik (aldicarbade), utilisé en Afrique de l'Ouest dans la lutte contre le blast en pépinière, puisque son degré létal DL50 est de 1 mg/kg. Le parathion également (DL50 de 3,6) est très dangereux. Il est nécessaire que la main-d'œuvre soit équipée de gants, de tabliers en caoutchouc et parfois de masques. Il faut évidemment prendre soin de ne pas contaminer les sources d'eau potable avec ces produits.

Les quantités d'engrais appliquées peuvent être de l'ordre de 500 kg/ha, parfois plus, mais les engrais à base de nitrates, les plus polluants, sont rarement utilisés. Des contrôles de teneurs en anions et cations de cours d'eau en amont et en aval de plantation ne semblent pas avoir été réalisés.

Par contre, la législation de certains Etats comme la Malaisie interdit ou limite maintenant avec juste raison le rejet des effluents d'huilerie dans les rivières. Ces effluents contiennent environ 5 p. 100 de déchets organiques dont la biodégradation nécessite de très grandes quantités d'oxygène (D. O. B. 40 000). La pollution créée par les effluents d'une huilerie d'une capacité de 20 t/h est comparable à celle des eaux d'égouts d'une ville de 70 000 habitants. Il faut donc envisager de se débarrasser de ces effluents soit dans des stations épuratrices très coûteuses, soit en les

épendant en plantation. Une expérimentation préalable est en cours en Côte-d'Ivoire pour déterminer s'il y a nuisance ou non pour les palmiers.

## IX. — CONCLUSIONS

Il est donc incontestable que la mise en exploitation de terres non cultivées, en général sous forêt, par le palmier à huile, modifie de nombreux facteurs écologiques : climat, sol, faune, entomofaune, flore cryptogamique. Il est possible, grâce aux connaissances scientifiques et aux techniques connues actuellement,

d'éviter que ces modifications n'entraînent une dégradation irréversible de l'environnement, il est même possible d'orienter les modifications de façon à créer un nouvel équilibre biologique favorable à la culture. Il faut cependant rester très attentif et faire preuve d'imagination car, comme le montre l'exemple de l'Amérique latine, l'introduction du palmier dans un nouveau milieu soulève des problèmes encore inconnus. D'ailleurs, même dans des régions de culture traditionnelle, l'accroissement rapide des surfaces n'est pas sans poser quelques difficultés, comme c'est le cas en Afrique de l'Ouest avec le *Coelaenomenodera* par exemple.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] SURRE C. (1968). — Les besoins en eau du palmier à huile. Calcul du bilan d'eau et ses applications pratiques. *Oléagineux*, 23, N° 3, p. 165-167. Conseils de l'I. R. H. O. N° 71.
- [2] I. R. H. O. (1978). — Relation climat/production du palmier à huile. *Rapport d'Activités* 1976-77, p. 34-35.
- [3] QUENCEZ P. (1976). — *Etude de l'évolution du climat*. Non publié.
- [4] I. R. H. O. — *Rapport Annuel* 1969, p. 59-60.
- [5] DESMARETS J. (1967). — Essai d'irrigation sur jeune palmeraie industrielle. *Oléagineux*, 22, N° 7, p. 441-447.
- [6] TAFFIN G. de et DANIEL C. (1976). — Premiers résultats d'un essai d'irrigation lente sur palmier à huile. *Oléagineux*, 31, N° 10, p. 413-421.
- [7] I. R. H. O. (1964). — Plan palmier à huile, République du Dahomey. Etudes de base.
- [8] OLIVIN J. (1968). — Etude pour la localisation d'un bloc industriel de palmiers à huile. (I). *Oléagineux*, 23, N° 8-9, p. 499-504.
- [9] OCHS R. et OLIVIN J. (1969). — Etude pour la localisation d'un bloc industriel de palmiers à huile. (II). *Oléagineux*, 24, N° 3, p. 125-132.
- [10] OLLAGNIER M., LAUZERAL A., OLIVIN J., OCHS R. (1978). — Evolution des sols sous palmeraie après défrichement de la forêt. *Oléagineux*, 33, N° 11, p. 537-547.
- [11] ROOSE E. J. (1970). — Importance relative de l'érosion, du drainage oblique et vertical dans la pédogenèse d'un sol ferrallitique de moyenne Côte-d'Ivoire. *Cahiers ORSTOM, Série Pédologie*, 8, N° 4, p. 469-482.
- [12] ROOSE E. J. et GODEFROY J. (1977). — Pédogenèse actuelle comparée d'un sol ferrallitique remanié sur schiste sous forêt et sous une bananeraie fertilisée de basse Côte d'Ivoire Azaguié : 1968 à 1973. *Cahiers ORSTOM, Série Pédologie*, 15, N° 4, p. 409-436.
- [13] DABIN B. (1964). — Analyse physique et fertilité dans les sols des régions humides de Côte-d'Ivoire. *Cahiers ORSTOM, Série Pédologie*, 2, N° 1, p. 29-49.
- [14] TAILLIEZ B. (1975). — Aménagements des terrains vallonnés et accidentés pour la plantation de palmiers à huile. *Oléagineux*, 30, N° 7, p. 299-302. Conseils de l'I. R. H. O. N° 152.
- [15] OCHS R., JANSE A. R. P., HULSBOS W. C. (1955). — Etude des modifications physiques d'un sol de savane par la culture du palmier à huile. *Oléagineux*, 10, N° 5, p. 321-331.
- [16] DEUSE J. et LAVABRE E. M. (1979). — *Le désherbage des cultures sous les tropiques*. G. P. Maisonneuve et Larose, Paris, France, 312 p.
- [17] GAUTUN J. Cl. (1977). — Faits nouveaux concernant l'étude des rongeurs ravageurs du palmier à huile, ORSTOM.
- [18] GENTY Ph. (1979). — Les ravageurs du palmier à huile en Amérique tropicale. — Congrès sur la lutte contre les insectes en milieu tropical. — Marseille 13-16 mars 1979.
- [19] MEYNADIER G., AMARGIER A., GENTY Ph. (1977). — Une virose de type densonucléose chez le lépidoptère *Sibine fusca*. *Oléagineux*, 32, N° 8-9, p. 357-361.
- [20] DESMIER de CHENON R. (1979). — Mise en évidence du rôle de *Recilia mica* Kramer dans la maladie du Blast des pépinières de palmiers à huile en Côte d'Ivoire. *Oléagineux*, 34, N° 3, p. 107-115.
- [21] DZIDO J. L., GENTY Ph., OLLAGNIER M. (1978). — Les principales maladies du palmier à huile en Equateur. *Oléagineux*, 33, N° 2, p. 55-63.
- [22] GENTY Ph. (1973). — Observations préliminaires du lépidoptère mineur des racines du palmier à huile. *Oléagineux*, 28, N° 2, p. 59-65.
- [23] MARIÁU D. et MORIN J. P. — Etude sur la biologie du *Coelaenomenodera elaeidis*.
- I. — Morphologie et étude du développement. *Oléagineux*, 1970, 25, N° 1, p. 11-16.
- II. — Description et biologie des principaux parasites. *Oléagineux*, 1971, 26, N° 2, p. 83-88.
- III. — La reproduction. *Oléagineux*, 1971, 26, N° 6, p. 373-378.
- IV. — La dynamique des populations du ravageur et de ses parasites. *Oléagineux*, 1972, 27, N° 10, p. 469-474.
- V. — La mortalité au niveau des œufs. *Oléagineux*, 1974, 29, N° 5, p. 233-238.
- VI. — La mortalité naturelle des larves. *Oléagineux*, 1974, 29, N° 12, p. 549-555.
- [24] MARIÁU D., BESOMBES J. P. (1972). — Les ravageurs et maladies du palmier à huile et du cocotier. Méthode de contrôle des niveaux de populations de *Coelaenomenodera elaeidis*. *Oléagineux*, 27, N° 8-9, p. 425-427. Conseils de l'I. R. H. O. N° 120.
- [25] RENARD J. L. (1979). — La fusariose du palmier à huile. Diagnostic en plantation, méthodes de lutte. *Oléagineux*, 34, N° 2, p. 59-63. Conseils de l'I. R. H. O. N° 190.
- [26] OLLAGNIER M. et RENARD J. L. (1976). — Influence du potassium sur la résistance du palmier à huile à la fusariose. *Oléagineux*, 31, N° 5, p. 203-209.
- [27] MARIÁU D. et CALVEZ C. (1973). — Méthode de lutte contre l'*Oryctes* en replantation de palmiers à huile. *Oléagineux*, 28, N° 5, p. 215-218.

## SUMMARY

### The relation between ecology and plantation agriculture.

J. OLIVIN, *Oléagineux*, 1980, 35, N° 2, p. 65-78.

The development of large forest or savannah areas by a monoculture differing from the original vegetation, for long in balance with the environment, may modify certain ecological factors like climate, soil, flora and fauna. The I. R. H. O. has tried to determine to what extent present techniques used for growing oil palms guarantee the preservation of the environment. The article reviews the results of observations and studies made by the I. R. H. O. and O. R. S. T. O. M. on the effects of planting oil palm on the climate (mainly rainfall), the soils (physico-chemical evolution), the flora (harmful weeds), the fauna (harmful rodents), the entomofauna (pests and parasites), and cryptogamic diseases. The methods which make it possible to avoid irreversible unfavourable evolution of the environment, or to direct this evolution, are described. The conclusion drawn is that although agronomic research today aids development through effective means of action, vigilance is still most necessary as the biological balance remains fragile.

## RESUMEN

### Relación entre la ecología y la agricultura de plantación.

J. OLIVIN, *Oléagineux*, 1980, 35, N° 2, p. 65-78.

La puesta en cultivo de superficies extensas de selvas o sabanas mediante un monocultivo distinto de la vegetación inicial, que desde hace mucho tiempo estaba en equilibrio con el medio ambiente, puede modificar ciertos factores ecológicos como el clima, el suelo, la flora, la fauna. El I. R. H. O. procuró especificar en qué medida las técnicas ahora utilizadas en el cultivo de la palma aceitera, aseguran la preservación del medio ambiente. El artículo analiza los resultados de las observaciones y de los trabajos del I. R. H. O. y del O. R. S. T. O. M. sobre los efectos de la puesta en cultivo con la palma aceitera, en el clima (esencialmente plubiometría), los suelos (evolución físico-química), la flora (adventicias nocivas), la fauna (roedores dañinos), la entomofauna (plagas y parásitos), y las enfermedades criptogámicas. Describe los métodos que permiten evitar una evolución irreversible y desfavorable del medio ambiente, u orientar esta evolución. Se llega a la conclusión de que si bien la investigación agronómica pone ahora al servicio del desarrollo unos métodos de intervención eficaces, sin embargo hay que tener mucho cuidado porque un equilibrio biológico siempre es frágil.

# Relation between ecology and plantation agriculture (1)

Synthesis of joint research by I. R. H. O. and ORSTOM

J. OLIVIN (2)

The creation of large plantations of oil palms covering several thousand ha often takes place at the expense of more or less ancient forests. Savannah and zones which have already been cleared by « shifting cultivation » common in the tropics, are on the other hand less often chosen to carry out agro-industrial projects. In all cases, and in particular where industrial monoculture replaces forest or even savannah where the vegetation has long been in balance with the milieu, certain ecological factors, such as climate, soil, flora and fauna may be altered. The I. R. H. O. thus set out to check, in a certain number of cases, whether present techniques used for growing oil palms do in fact ensure preservation of the environment; in effect, the desire to produce the most at the least cost should not be allowed to destroy the original « fertility capital ».

## I. — CLIMATE

### 1. — Review of climatic conditions favourable to oil palm growing.

Tropical or humid equatorial climates are favourable to palm growing. Rainfall is the main production factor; normal rainfall should be over 1 800 mm in one or two rainy seasons, and the average annual water deficit [1] should be less than 300 mm.

In the Ivory Coast, on tertiary sands, the production loss is close to 30 p. 100 [2] when the water deficit goes from 0 to 400 mm.

West African temperatures, like those at La Mé, have long been considered as the lowest reference level. The temperature at San Alberto (Colombia) higher than at La Mé, is even considered as a favourable factor. However, very good yields are still obtained in cooler sites, in spite of some delay in maturation, if the other conditions are satisfactory (Table I). Solar radiation which is a more precise estimate of the energy the plant receives (Table II) than Campbell is generally around 330 cal/cm<sup>2</sup>/day.

The « classical » threshold of 1 800 hrs of sunshine per year is refuted by the yields of 20-25 t bunches/ha obtained at Quininde near Pichilngue where the drop in radiation is not in any way proportional to that in sunshine.

Relative humidity should be maximum; this obviously depends on rainfall. In certain countries (Benin) it may be affected by unfavourable conditions in the dry season (Harmattan wind).

### 2. — Evolution of the climate after planting.

Short-term climatic and rainfall variations over 5 to 20 year periods are generally difficult to distinguish, as they are confounded with, or may be masked by, long-term evolution or changes in climate. Benin is a good example. Large cooperatives, some of which covered several thousand ha, were created in the Southern departments from 1966 to 1970; this coincided with the advance towards the South of the « drought front » which has hit the Sahel since 1970, thus masking any possible effect of the plantations.

Table III shows clearly the catastrophic spread of the drought in South Benin over the last 8 years, with drastic effects on palm production.

Some examples, nonetheless, do illustrate the effect of plantations on rainfall.

In Colombia at San Alberto, clearing of the forest for an oil palm plantation was followed a few years later by a fall in annual precipitation. But rainfall soon returned to its normal level, once the palm leaves and the legume cover had covered the soil (Table IV).

The great deforestation period lasted 5 years (1962-1966) and affected 3 751 ha. Rainfall dropped quickly (to 1 900-2 100 mm from the normal rainfall of 2 500 mm) for 3 years (1965-1967). During that period, the cleared land was first bare of any cover, then planted with small young palms. In

1968, the palms of the first planting programmes (2 681 ha) were 3 to 5 years old and were already well developed; moreover, the legume cover was well established. The effect of the vegetation as a whole, which covered the ground very well, was to bring annual rainfall back up to the level of the years before deforestation.

In 1976, Quencez made a study [3] on the evolution of rainfall on the Dabou savannah in the Ivory Coast (about 50 000 ha covered by *Imperata cylindrica*) after part was planted with palms from 1955 to 1965 (about 2 500 ha) and part in rubber ( $\pm$  10 000 ha). The study of the water deficits at the meteorological posts placed in the plantations shows their relative stability from 1957 to 1973, whereas from 1968 on, the water deficit of the unplanted sector increased due to a less favourable monthly distribution.

The two examples given above relating to Colombia and the Ivory Coast show that the palm grove, thanks to an architecture which closely resembles that of the forest, has a similar effect on the process of rainfall formation.

### 3. — Possible human action on the effects of certain climatic factors.

When a major plantation is in an unfavourable climatic situation for one reason or another, this climate should be improved, if possible. Irrigation is a theoretical solution to a lack of rainfall, which is the only factor on which it seems possible to act. A sprinkler irrigation trial in the Ivory Coast [4,5] increased yield by 107 p. 100 over 3 years compared to the control, which produced 11 t. bunches/ha/year. In another irrigation trial set up on the Pobe station in Benin, using a drip system [6] the irrigated palms yielded 22 tons/ha/year on the average, in the first 6 years of operation, as against 8 tons for the control. These experimental results are most encouraging, but transposing them to the industrial scale does pose some technical, financial and economic problems.

The artificial rainfall technique does not seem to have been studied in depth, and the small area to be treated as well as its cost are probably obstacles to its use.

Effects of drought can sometimes be reinforced by other factors. In South Benin for example, a dry wind known as the Harmattan blows from the arid North across the country in the January-February dry season and considerably steps up the potential evapotranspiration (which on some days is as high as 7 or 8 mm for an annual daily average of 4 mm), in an area where lack of rainfall already makes itself felt. Under such conditions, windbreaks formed by curtains of quick-growing trees would perhaps protect plantation plots; this idea was suggested in 1964 [7] by the I. R. H. O. Experiments will of course have to be conducted first to decide which species can be used, and the size of the plots to be protected. Larger areas will have to be cleared to avoid overshadowing of the palms by windbreaks.

## II. — SOILS

The oil palm is a very versatile plant which adapts well to very different soil types [8,9], all of which cannot be described here. The main limiting factors are extreme textures, coarse elements, compact structures, excessive hydromorphism, and to a certain extent the chemical characteristics (extreme poverty or toxicity).

In spite of efforts by agronomists to develop specific techniques to preserve soil fertility, there are numerous examples in the last century and even in our own days of the loss of vast areas of tillable land as a consequence of land development. In the case of the oil palm, preparation and exploitation techniques have been worked out without losing sight of this aim, but the extent to which the intention has been put into effect should be verified.

### 1. — Physical evolution of the soils after planting.

Physical evolution of the soils under various types of plants has been studied by ORSTOM [11, 12 13], whose work is now the standard reference. The sub-forest **erosion** in the South of the Ivory Coast is about 100 kg of earth/year for tertiary sands with a 7 p. 100 slope [10] and 150 kg/year on shale with a

(1) Note presented to the 2nd Symposium on « Our Environment » organized by the Institute of Natural Sciences, 14th-16th Nov. 1979, Nanyang University (Singapore).

(2) I. R. H. O. Agronomy Department, I. R. H. O./GERDAT, B. P. 5035 — 34032 Montpellier Cedex (France).

23 p. 100 slope [11]. Losses in a palm grove with a well-developed cover plant are approximately 300 kg/ha/year for tertiary sands with a 7 p. 100 slope. These losses are very much less than those due to annual crops :  $\pm 32$  t./ha/year for cassava and 90 t./ha/year for maize for a 7 p. 100 slope, on tertiary sands. In the palm grove, considerable sheet and gully erosion is to be feared for a few months only while the ground is totally bare at the time of land preparation. The manual or mechanical methods which least disturb the top soil must be sought.

The physical balance of the soil under palm groves is fragile nonetheless, and can be partially destroyed by the action of various agents, such as disappearance of the sub-stage vegetation due to shading by the palms, excessive grazing by cattle, mechanical spreading of fertilizers in the inter-rows, use of poorly adapted Dumper type machines to carry bunches from the trees to the edge of the collection roads. Signs of sheet erosion on gentle slopes or in rills on steep slopes, with exposure of the root system, have been observed in several plantations in the South of the Ivory Coast (Fig. 1).

The most efficient methods of prevention are :

- even before there is any erosion, systematically placing pruned fronds (removing the spiny leaf stalk and rachis) parallel to the rows in the un-windrowed interline (Fig. 2) to reduce the effect of driving rain, and destruction of the structure of the top soil ;
- placing bands of oil mill bunch waste across the interrow or in the bottom of the gullies. Owing to its cost, the last method can only be used in spots, in zones where erosion is very serious ;
- another method consists in spreading fertilizer in the windrows ;
- in other respects, the number of cattle should be kept down, and the dumpers should have wide low-pressure tyres ;
- trials are in process on the implantation of cover plants under palm groves with the aid of nitrogenous fertilizer.

Another cause of soil degradation can be human action. The San Alberto Plantation (Colombia's Magdalena Valley) is 10 km from the foot of the Andes ; this area was uninhabited and covered with forest when the plantation was created. The latter encouraged settlement, and little by little the small planters removed the forest on the watershed of the Magdalena and of a tributary, the Rio San Alberto (Fig. 3). As a result, the waters now flow torrentially down the slopes. Formerly, high water in the San Alberto occurred 48 hours after the rains ; now it occurs 6 hours after them. The hydraulic improvements (straightening of the rivers, and drainage canals) were planned for 200 m<sup>3</sup>/s whereas the flow today is 2 000 m<sup>3</sup>/s. Furthermore, this mass of water is heavily eroding the mountain, and depositing layers of sand up to 40 cm thick on some plots. Had this socio-economic phenomenon been foreseen, the plantation would have been placed 5 km further and the problems which now compromise replanting would never have arisen (Fig. 4).

Planting of land with a large proportion of slopes over 20 p. 100 should be avoided for many reasons. But it is not always possible to pick and choose and steps should then be taken to ensure soil conservation, namely by creating terraces [14] by hand or by machine. They may be individual (circle 3-4 m in diameter) or continuous (banks 3 m wide curving along the contour). These works are also justified because they make exploitation of the plantation easier.

In some cases, ill-considered drainage can make certain soils unfit for cultivation : peats, acid sulphate soils.

## 2. — Chemical evolution of the soils.

The I. R. H. O. has undertaken a multisite study on this subject. At present, the only results known are those concerning the evolution over 14 years of the forest soils formed over desaturated ferrallitic sedimentary tertiary sands (Ferralsol) in the South of the Ivory Coast [10].

Carbon rate in the top soil (0-30 cm) of the palm groves seems to stabilize after 9 years between 55 and 65 p. 100 of that of forest soil (Fig. 5).

The nitrogen rate at the soil surface of the palm groves at 14 years is 75 p. 100 of that of forest soil. The C/N ratio is much less in palm grove soil than in forest soil from 4 years on, which indicates that a new microbiological balance is controlling the evolution of the organic matter (Fig. 6).

After 4 years, the humic acid rate for the palm grove is only 35 p. 100 of that of the forest, while the fulvic acid rate is still 70 p. 100 (Fig. 7).

The land preparation method advised by the I. R. H. O. does not increase the soils' natural acidity.

The sum of exchangeable cations slowly decreases after planting ; at 14 years, it is still 80 p. 100 of that of forest soil. The palm grove prevents sharp impoverishment in cations, proving its soil conservation value (Fig. 8).

An attempt to draw a balance between the quantities of elements restored by the deciduous parts of the trees, the

amounts immobilised by the perennial parts and those which are removed with the harvest, shows that the last named make up less than 30 p. 100 of the total amount of elements taken up by the trees (Table V). Furthermore, part of the uptake is compensated for by fertilizers or restored in the form of bunch ash.

## Conclusion.

Where appropriate techniques are used, there is no risk of eroding the soil and after about a decade, it evolves towards a new chemical status with content levels which are generally between 60 and 90 p. 100 of those under forest, depending on the elements. Experiments show that the new soil status after 15 to 20 years is always favourable to oil palm growing ; elsewhere, very satisfactory yields are obtained on plots where palms have been cultivated commercially for 60 years.

In certain cases, the changeover to cropping may even be beneficial, as Ochs, Janse and Hulsbos [15] have shown in their comparison of the physico-chemical characteristics of the Dabou savannah before and after planting oil palms :

- nitrogen, carbon and humus contents increased markedly mainly due to the action of the legume cover. The increase in nitrogen quantity to a depth of 10 cm corresponds to 619 kg of ammonium sulfate at 20 p. 100, a considerable amount ;

- on the surface, the palm grove soil is slightly more acid than the savannah, as it no longer benefits from the alcalizing effect of brush fire ashes, but this difference is rarely over 0.5 unit pH ;

- some physical properties too have been modified by palm cropping : total porosity and permeability of the soil are higher under palm groves, especially in the first 30 cm and the available water in the first 10 cm is double that of the savannah.

## III. — FLORA ASSOCIATED WITH OIL PALMS

### 1. — Flora associated with young plantations [16].

The flora of the forest sub-storey obviously does not reform ; it may be replaced naturally, especially at the start of the plantation before the young palms cover the soil, by harmful weeds which compete for nutrient elements. These weeds may even develop faster than the young palms and stifle them, as in the case of *Eupatorium*. *Imperata cylindrica* (Fig. 9), *Eupatorium odoratum* (Africa, Asia), *Panicum repens* are the weeds most frequent in West Africa and Latin America ; they are very competitive for nitrogen and potassium (Table VI).

Other plants, like the *Setaria*, the *Comelinaceae* (spreading by stolons), *Thaumatococcus daniellii* (rhizomatous plants), *Musango cecropides* (*Moraceae*) or umbrella trees, can invade the interrows or the windrows. The umbrella trees may create shading harmful to young plants. The woody regrowth can also be very competitive.

Hand, mechanical or chemical eradication of all these weeds is difficult and expensive. An adequate precaution is simply to sow a cover plant, generally a legume, as soon as possible (*Pueraria*, *Centrosema*, *Calopogonium*) ; this covers the soil very rapidly within 6 to 12 months and limits or energetically controls the development of weeds, save alongside roads where further intervention is needed. Another advantage of the legume plant is that it fixes nitrogen from the air, which then profits the young palms (see II-2). Only the circle is occupied by grasses which must be manually or chemically controlled.

### 2. — Flora associated with adult plantations.

The sun-loving cover plant disappears gradually as shading from the palms increases. Shade-loving grasses then develop, and dicotyledones and ferns spread from year to year.

Finally, the associated flora which replaces the forest sub-storey undergoes lengthy evolution which stabilises only around the 15th year after planting.

## IV. — PALM GROVE FAUNA

### Rodent mammals.

Cropping favours the development of various types of rodents which attack young palms during the first 3 years of planting and may destroy them by cutting off the collar. There are several types of rodent, the most important of which are *Thryonomys swinderianus* (grasscutter) and *Atherurus africanus*, and several species of *Murides*, the most dangerous for palms being *Dasymys incommisus*, followed by *Lemniscomys*, *Striatus* and *Praomys*.

Given the gravity of the situation in some Ivory Coast plantations, the I. R. H. O., ORSTOM and SODEPALM

have made a joint study to determine the rodents' ecology, especially that of *Dasymys*, which does not appear to exist in the forest except perhaps in the swamps. It lives on the edge of the forest, in **plantation cover plants** and in grasses. It is attracted by swamps, as it needs a lot of humidity, especially when there is a good deal of *Panicum laxum*. The thick *Pueraria* cover, specific to palm plantations, protects it and enables it to move from its refuges to wreak heavy damage in varied situations (savannah, forest without a dry season, forest with a dry season) (Table VII).

There are several different ways of controlling rodents : wire netting sleeves are the most efficient whereas standard anti-coagulants are not very effective. **Control methods based on the pest's biology are most useful** ; they consist in destroying the cover plant shelter near the young plants by keeping a large bare circle around each one and eradicating all vegetation on a 2 m wide strip on the planting line. In the case of severe attacks, slashing of the cover plants in the interline can also be done.

The case of rodents thus illustrates one of the effects of planting on the environment. Replacing the forest by young palms and planting legume covers, as well as the invasion by certain weeds (*Panicum laxum*) offer favourable conditions for the development of rodent populations which are harmful to the crop itself. Other examples of modification of the biotype by palm groves are found on the level of the entomofauna.

#### V. — ENTOMOFAUNA IN THE PALM GROVE

Profound changes in the entomofauna following the planting of oil palms have been studied by Genty [18] in Latin America, where the presence of many pests and the spread of several lethal diseases related to insect vectors, resulting in the destruction of several plantations, for a time damped the enthusiasm and interest of investors for this crop, which was new to the continent.

The main characteristic of a planned *E. guineensis* plantation is the continuity of the leaf mass over a very large area, which is rarely the case in nature, even where there are large spontaneous populations such as the Babassu (*Orbignya speciosa*) in North-Eastern Brazil or the Palmyra (*Borassus aethiopum*) in West Africa. In fact, it forms a new biotope by its homogeneity, its extent and the microclimatic conditions it creates.

In America, the oil palm's entomological fauna is extremely varied, especially in plantations created on primary forest. Species were obliged to readapt to the new milieu. Research on the original host plants of the principal pests of *Elaeis* has shown that certain species were linked to forest palms which were generally very isolated from each other ; other polyphagous species live at the expense of various plant species. Furthermore, the pests cause damage to the same organs whether on their original host or on the palm. On the other hand, marked differences in the biocenoses, in particular as concerns the parasite complexes of the main oil palm pests, can be observed. For example, certain species of *Hymenoptera* or *Diptera*, parasites of forest palm defoliators, are never found in plantations, whereas all the useful species observed on *Elaeis guineensis* appeared in forest zones or on the borders. Thus, in the forest the *Natada pucaca* parasite complex comprises a dozen species, only two of which appear in the oil palm milieu. The fact that many species of plant on which the parasites feed in the forest do not exist in the palm groves, may explain this phenomenon. The drop in the parasite stock probably plays a role in the sudden appearance of pullulations.

In the last decade, studies have been made on about 40 species of insects harmful to young plantations and adult crops. They include as many as 73 different pests attacking the spear, the foliage, the bunches, the stem and the root system. Observations made in several Latin American countries have given a glimpse, though still incomplete, of the geographic distribution of each species, and better comprehension of the differences between swarmings from one country to another, depending on the special conditions on each plantation. In Colombia for example, several pests appear only 4 to 5 years after planting, whereas in one region in Ecuador where average temperatures and sunshine are much lower, the same species attack the palm much earlier, 1 to 2 years after planting.

Systematic breeding and observations both in the field and in the laboratory have enabled development cycles and biology and feeding habits of each of the principal species to be defined. Parasite complexes have been studied to uncover more precisely the limiting factors which will enable the least possible use of pesticides. It has been possible to reduce the use of chlorated or phosphorated pesticides in favour of products of very low toxicity, like sulphur and Chlordimeforme. Thus, *Retracrus elaeis* which causes Orange spotting, is very sensitive to sulphur in the form of wettable powder.

Biological studies have also enabled detection of infectious disease of the viral type, some of which have been used as specific control methods. Thus, one of the main leaf eaters which infests large areas, *Sibine fusca* [19] is very sensitive to a

viral disease transmitted by its parasites. A **biological treatment** uses this disease, and consists in aerial spraying with a viral solution made from diseased caterpillars.

The constant care taken to reestablish useful fauna, which has governed the elaboration of control methods, has helped to avoid repeated chemical treatments which sterilize the environment and render it vulnerable to violent infestations. There has not yet been massive artificial reproduction of parasites, but they have been followed with great attention and observed both as direct factors of population reduction, or as vectors of epizootic diseases of the main pests, thus making it possible to limit chemical action to most extreme infestation and always to the smallest areas possible. This policy has proved most satisfactory, resulting in gradual and very marked recession of pullulations of harmful insects over the last few years. Control methods against the main pests are now known, and creating a plantation is much less risky from a sanitary standpoint than a decade ago.

#### VI. — PHYTOSANITARY STATE OF THE PLANTATIONS AND NATURE OF THE ASSOCIATED VEGETATION

1. — **Blast**, a grave disease of young nursery palms in West Africa, was identified in 1944. The symptoms are wet rot of the spear, centripetal drying out of the leaves, rot of the root system. In some years, 80 p. 100 of nursery plants are killed by it. This disease was long thought to be caused by two fungi : *Pythium* and *Rhizoctonia*, but transmission trials always failed.

Observations made during an important joint I. R. H. O.-SODEPALM study (1972-1977) showed by 1975 evidence of an aerial vector from the insect group [20]. Successive and relative introductions of stinging insects, possible vectors of pathogens, into cages containing dwarf palm plants, enabled reproduction of the disease. After testing hundreds of insect species, *Recilia mica* Kramer (*Homoptera Cicadellidae-Jassidae*) turned out to be the sole responsible for the disease. Transmission takes place very rapidly, within a fortnight, but only from October to November when the insects move onto young plants. Their usual host plants are mainly grasses, *Paspalum*, *Pennisetum*. *Rickettsia*-type organisms found in the xylem of the diseased plant may be injected by the insect.

A **cultivation technique** based on the pest's biology gives efficient control of the disease. It is simply necessary to eradicate all grasses in a 100 m radius around the nursery. Blast damage noted in a trial was 40 p. 100 for a nursery surrounded by grasses whereas it was only 2.3 p. 100 where a grass-free belt surrounded the nursery.

2. — **Ring spot disease** [21] was identified in Ecuador in 1969 where it spread rapidly and became really important. Only the first years after planting are affected, and the height of the attack takes place at 1 1/2 years. Maximum damage observed in single plot was 90 p. 100 of trees planted, but it is generally under 10 p. 100 and the dead trees can be replaced. Gradual discoloration and yellowing of the leaves is accompanied by the formation of chains of discoloured and then yellow spots ; at the same time, spear rot develops, the lower leaves turn brown, the bunches and roots rot. In the final phase, the foliage turns brown, the meristem and roots rot.

The origin of the disease was sought and a relation between the virulence of the disease and the presence of *Panicum maximum* (Guinea grass) and species in the interline was shown. The disease is probably transmitted through the air, but the causal agent has not yet been identified. The necessary presence of *Panicum maximum* explains why the disease has only lately developed in Ecuador where the plantations have only recently been created on former pasture. In addition, the disease only rarely affects trees over 5 years old as shading modifies the cover flora and reduces the grass populations.

**Control by methods of cultivation** proceed directly from the above : eradication of grasses before planting, growing of a dense *Pueraria* cover and good upkeep of the palm circles.

3. — **Marchitez** or « Sudden wilt disease », particularly serious in Colombia, was linked in 1973 to the presence of a root-destroying miner larva of the lepidoptera *Sagalassa valida* [22]. Recently, similar flagellate protozoa were detected both in the phloem (sieve tubes) of palms and in euphorbias growing in the palm circles. Current studies seek to show that the protozoa pass from the herbaceous plant to the tree.

4. — **Anatomy and biology of *Coelaenomenodera elaeidis***, a small *Coleoptera* whose larva is a leaf miner of oil palm in West Africa, has often been the subject of articles in *Oléagineux* [23, 24]. This pest became particularly harmful after 1965 in the Ivory Coast, since the oil palm has been developed on a large scale. Many industrial plantations have been affected. As a consequence, an integrated study programme including climatology, mineral nutrition, water supply, plantation

age, is now in progress to determine the pest's ecology. Chemical treatments, generally aerial ones, based on HCH or Parathion, should be done very carefully to avoid destroying parasites.

It was found, in general, that attacks were less damaging in smallholdings than on commercial plantations. This difference has been attributed in particular, to the less careful maintenance of the interlines in small plantations. **Regrowth** probably maintains a parasite fauna which disappears if the former is cleared by maintenance. Some black ants living in the regrowth, such as *Pheidole*, *Camponotus*, *Crematogaster*, prey on *Coelaenomenodera*. Reduced upkeep of the windrows would help to maintain these ants. The fact that they disappear when the trees are 5-6 years old, to be replaced by red tree ants, *Oecophylla longinoda*, may explain in part why the pest's attacks begin at that point.

**The difference in area** between smallholdings of a few ha each, and industrial plants of several thousand ha is probably not unrelated to sudden *Coelaenomenodera* swarming, which generally begins with a focus of a few ha. A smallholding is usually more or less separated from its neighbours, which limits the spread of the pest, whereas on a continuous commercial plantation it moves easily from one plot to another unless the focus is treated efficiently and in time. Thus, the areas attacked on the Anguedou block in the Ivory Coast spread as follows : — February 1978 — 90 ha ; November 1978 — 800 ha ; February 1979 — 1 100 ha. In another plantation, 3 300 ha had to be treated by airplane, which is very costly. This raises the question of the size of plantations : in spite of the slightly higher investment and operating costs, would it not be preferable to divide the plantations up into small units of a few hundred ha each to reduce the risk of proliferation of harmful insects which are hard to control ? It should be noted here that the hybrid *E. melanococca* × *E. guineensis* is much less sensitive to *Coelaenomenodera*. This tolerance is probably due to a somewhat different composition of the hybrid's leaves.

#### VII. — PHYTOSANITARY STATE OF THE PLANTATIONS AND NATURE OF PREVIOUS VEGETATION

**1. — *Fusarium wilt*** is a tracheomycosis due to an earth fungus, *Fusarium oxysporium elaeidis* which exists only in West Africa. It attacks palms, sometimes as young as 1 year old, planted or former savannah or after old wild palm groves or commercial plantations. The trees may be killed off 3 to 4 months after the first visible symptoms, or they may remain in a chronic state. In the latter case, the trees vegetate and produce little. In the Dabou savannah (Ivory Coast) the losses are between 5 and 20 p. 100 of the palms originally planted, depending on degree of sensitivity [25] of the lines, as the different *E. guineensis* families vary in tolerance to the disease. Sensitive lines may lose from 1 to 2 p. 100 of their number annually ; a production loss of about 0.75 p. 100 corresponds to 1 p. 100 palms infected by *Fusarium wilt*. The most efficient **control method** is research for lines tolerant to the disease among the high yielding *E. guineensis* planting material. In the Ivory Coast, the I. R. H. O. Phytopathology Department does this systematically. Certain *E. melanococca* × *E. guineensis* hybrids are totally resistant. In replanting, it is indispensable to grub up the bulbs and as much as possible of the roots. It has been shown elsewhere [26] that excellent potassium nutrition greatly slows down development of the disease, and this leads to the application of potassium fertilizer from planting onwards.

**2. — *Ganoderma*** is another disease which affects old palm plantations, especially in the Far East and certain parts of Africa (Nigeria, Cameroon) and young replantings. No plant breeding has been done up to now to identify *E. guineensis* lines tolerant to the disease, but it seems that the *E. melanococca* × *E. guineensis* hybrid is resistant.

Another possible form of control of these diseases, which should be studied from an economic standpoint, is to alternate palms and rubber each generation, on the land assigned to each respectively in a development zone.

**3. — A large *Coleoptera*, *Oryctes***, uses the trunks of old palms felled before replanting as a breeding site, and the larval stages take place there. The felled timber favours swarming of the pest. The adult then attacks the young palms in replanting ; it cuts their spear and may destroy the growing point. A satisfactory control method has been developed in the Ivory Coast [27] ; it is simply to cover the stems as soon as possible with a legume cover ; it makes the trunks much less attractive to *Oryctes* which practically stop laying there.

#### VIII. — RISKS OF POLLUTION IN THE PALM GROVES

A great variety of chemical products such as herbicides, insecticides, fungicides, are increasingly used on plantations. The danger to personnel of handling some of them are well known ; the most dangerous is probably Temik (aldicarb) used in West Africa to control nursery Blast, as its lethal degree (LD50) is 1 mm/kg. Parathion (LD50-3.6) is also very dangerous. The workers must wear gloves, rubber aprons, and in some cases, masks. Drinking water sources must obviously be protected against contamination by these products.

The quantities of fertilizer applied may be about 500 kg/ha, sometimes more, but nitrate-based fertilizers, the most polluting, are rarely used. Checks of anion and cation contents of running water up and down stream from the plantation do not seem to have been carried out.

On the other hand, some states like Malaysia now have legislation which quite rightly forbids or limits the discharge of oil mill effluents into the rivers. These effluents contain about 5 p. 100 organic waste, and very great quantities of oxygen (B. O. D. 40 000) are required to biodegrade them. The effluent from an oil mill with a 20 t/h capacity is as polluting as the sewage from a city with 70 000 inhabitants. Plans must be made to get rid of this waste, either in costly treatment stations or by spreading them in the plantation. Preliminary experiments are in process in the Ivory Coast, to test whether or not this would be harmful to the palms.

#### IX. — CONCLUSIONS

It is unquestionable that the planting with oil palm of uncultivated land, generally under forest, changes many ecological factors, i. e. climate, soil, fauna, entomofauna, cryptogamic flora. Thanks to scientific knowledge and current techniques, irreversible degradation of the environment caused by these modifications can now be avoided ; it is even possible to orientate them so as to create a new biological balance, favourable to the crop. However, it is necessary to remain vigilant and use a certain amount of imagination, for, as the example of Latin America shows, introducing the oil palm into a new environment involves quite new and unexpected problems. In any case, even in the traditional growing areas, the rapid increase of the surface does involve some difficulties, as in West Africa with *Coelaenomenodera* for example.

# EQUIP

## QUINCOA

QUINCAILLERIE - MATÉRIAUX - SANITAIRE  
CARRELAGE - MOQUETTE

A B I D J A N — B O U A K É — S A N - P E D R O

Exposition permanente de cuisines et salles de bains entièrement aménagées

5, rue des Brasseurs, Zone 3 — ABIDJAN, B. P. 1799 — Tél. 35.38.31 — 35.51.66