

Importance des fumures équilibrées sur jeune palmeraie au Nord-Sumatra

B. TAILLIEZ (1)

Résumé. — Dans un essai factoriel de fumure minérale, établi dès la plantation sur palmeraie à Sumatra-Nord, cinq déficiences en N, P, K, Mg et B se sont déclarées moins d'un an après la mise en place. Les symptômes extériorisant chacune de ces déficiences sont décrits, tandis que les effets des différentes fumures sur la nutrition et la croissance sont analysés. L'application de chlorure de potassium a joué un rôle préventif contre l'apparition d'une double déficience précoce en potassium et en bore ; la présence de points blancs sur jeunes feuilles raccourcies (« little leaf » naissant) est attribuée à la déficience en bore, tandis que toute une gamme de jaunissements et nécroses sur les feuilles du milieu de la couronne serait directement liée à la déficience potassique. L'urée et le phosphate de roche, favorisant une meilleure croissance, induisent ou aggravent cette double déficience. Il y a généralement de bonnes relations entre les symptômes observés, la nutrition jugée par l'analyse foliaire et la croissance des jeunes arbres, mais il s'avère que le niveau de bore dans la feuille ne renseigne pas sur l'existence ou non d'une carence en cet oligoélément. Des propositions sont faites pour tenter de parvenir à des formules de fumure plus équilibrées et plus rationnelles en jeunes plantations.

Les expériences de fumure minérale mises en place sur les plantations adultes de P. T. Socfindo (Côte Nord-Est de Sumatra, Région de Médan, Indonésie) ont démontré que les sols de cette importante région de culture du palmier à huile présentaient des déficiences minérales d'ampleurs exceptionnelles en azote, phosphore et magnésium [Ummar Akbar *et al.*, 1976].

Il était intéressant de confirmer ces résultats par la mise en place d'une expérience sur une jeune plantation, spécialement conçue pour éliminer au maximum les facteurs d'hétérogénéité du matériel végétal.

Les traitements ont été appliqués dès la plantation pour étudier la nutrition minérale et la fertilisation au jeune âge dans les conditions particulièrement favorables de cette région.

(1) Ingénieur agronome I.R.H.O. Conjunto Debora, Q1, rua Cameta n° 4, 69000 Manaus (AM), Brésil.

I. — DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

1. — Situation, sol et préparation du terrain.

L'expérience AK-CP 1 a été plantée en mai 1978 à Aek Kwasan, dans une extension de la plantation d'Aek Loba, à quelques kilomètres seulement des expériences AL-CP 1 et AL-CP 2 décrites par Ummar Akbar *et al.* [1976]. Elle est située sur un plateau disséqué par de petites vallées très encaissées. Le sol jaune-rouge podzolique s'est développé sur des sédiments liparitiques d'origine volcanique ancienne. De texture argilo-limoneuse (Tabl. I), il est relativement bien pourvu en matière organique. Le complexe absorbant est très désaturé (pH 4,7) mais la somme des bases échangeables reste supérieure à celle de la moyenne des sols ferrallitiques en climat tropical humide.

Les teneurs en phosphore sont faibles, inférieures aux seuils de déficience pour le palmier à huile.

TABLEAU I. — Caractéristiques physico-chimiques du sol de l'expérience AK-CP1 (0-20 cm) (moyennes de 27 parcelles)
(Physical-chemical characteristics of the soil in experiment AK-CP1-0-20 cm-averages of 27 plots)

| Granulométrie (<i>Granulometry</i>) p. 100 | | Complexe absorbant (<i>Absorbant complex</i>) meq. p. 100 g | |
|--|------|--|------|
| argile (<i>clay</i>) | 47 | calcium | 1,03 |
| — limon (<i>loam</i>) | 16 | — magnésium | 0,25 |
| — sable très fin (<i>very fine sand</i>) | 7 | — potassium | 0,20 |
| — sable fin (<i>fine sand</i>) | 18 | — sodium | 0,06 |
| — sable grossier (<i>coarse sand</i>) | 12 | | |
| | | — somme (<i>sum</i>) S | 1,54 |
| | | — capacité d'échange CEC (<i>exchange capacity CEC</i>) | 8,42 |
| | | — pourcentage de saturation (<i>percentage</i>) | 18 |
| | | — pH | 4,7 |
| | | Bore soluble (<i>boron</i>) (eau chaude - <i>hot water</i>) ppm | 0,7 |
| Matière organique (<i>Organic matter</i>) p. 100 | | | |
| — matière organique (<i>organic matter</i>) | 3,36 | | |
| — carbone (<i>carbon</i>) | 1,94 | | |
| — azote total (<i>nitrogen</i>) | 0,17 | | |
| — rapport C/N (<i>ratio</i>) | 11 | | |
| Phosphore (<i>Phosphorus</i>) ppm | | | |
| — total | 180 | | |
| — Alsen | 19 | | |
| — Saunder | 49 | | |
| — Bray n° 2 | 5 | | |

nombre de parcelles N0. Le jaunissement des feuilles est général mais il est plus accentué sur les jeunes feuilles du centre de la couronne. Cette décoloration n'est pas uniforme : elle prend la forme de marbrures vert jaunâtre sur les jeunes feuilles, ou encore de bandes longitudinales alternativement jaune et vert clair avec des nécroses brun rougeâtre qui apparaissent progressivement dans les bandes jaunes surtout vers l'extrémité des folioles. Les rachis sont jaune franc. Un autre symptôme important, non signalé dans la littérature, est l'aspect d'entonnoir dû à une très grande flexibilité des pétioles et rachis des jeunes feuilles (Fig. 1).

En décembre 1978 - janvier 1979 (7-8 mois), on assiste à un reverdissement spontané des parcelles atteintes de déficience azotée : cette amélioration touche principalement les plus jeunes feuilles sans que l'aspect d'entonnoir disparaisse totalement.

Nutrition (Tabl. IV).

Les teneurs en azote n'ont pas été saisies au moment où les symptômes étaient les plus accentués. Les DF réalisés en mai 1980 et juillet 1981, comme en mai 1979, montrent que les teneurs en azote du témoin sans urée sont devenues suffisantes, voire pléthoriques en années 2 et 3.

L'urée améliore significativement la nutrition azotée avec une tendance à déprimer la nutrition potassique. Le

reverdissement observé à l'âge de 8 mois pourrait s'expliquer par l'extension du système racinaire au-delà du rond désherbé à portée de l'azote fixée par la légumineuse de couverture.

Croissance (Tabl. V).

La correction par l'urée de cette déficience azotée transitoire améliore très nettement la croissance et le développement des plants au cours de la première année de culture : + 7 p. 100 sur la longueur de la feuille 3 et + 13 p. 100 sur l'émission foliaire à mai 1979. Cet effet disparaît en avril 1981.

2. — Déficience en phosphore et effets du phosphate tricalcique.

Symptômes visuels.

Le parallélisme, entre l'aspect de la couverture de légumineuse et celui des palmiers vis-à-vis de la déficience en phosphore, est extrêmement net. Malgré une application généralisée de 100 kg/ha de tricalcique sur la couverture pour assurer son implantation, la carence en P sur *Pueraria* est loin d'être corrigée partout dans l'essai. L'hétérogénéité de la couverture est spectaculaire (épaisseur, dimension des feuilles) et confirme les résultats obtenus sur un

TABLEAU IV. — Diagnostic foliaire (*Leaf analysis*)

[1 = mai 1979 (*May 1979*) — 2 = mai 1980 (*May 1980*) — 3 = juillet 1981 (*July 1981*)]

| Dates | Rang (Rank) | N0 | N1 | N2 | P0 | P1 | P2 | Mg0 | Mg1 | Mg2 | P P.D.S 5 % | (L.S.D) 1 % | K0 | K1 | P.P.D.S (L.S.D.) 5 % | 1 % |
|-----------|----------------|-------|--------|--------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|----------------|----------------|-------|---------|-------------------------|-------|
| N | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 2,75 | 2,83 | 2,98** | 2,96 | 2,79** | 2,80** | 2,84 | 2,86 | 2,87 | 0,109 | 0,151 | 2,91 | 2,80** | 0,061 | 0,084 |
| 2 | 9 | 3,02 | 3,14** | 3,15** | 3,04 | 3,11 | 3,15* | 3,08 | 3,11 | 3,12 | 0,072 | 0,100 | 3,06 | 3,14* | 0,059 | 0,082 |
| 3 | 17 | 3,00 | 3,07* | 3,08* | 2,98 | 3,08** | 3,11** | 3,09 | 3,06 | 3,02 | 0,063 | 0,087 | 3,02 | 3,09** | 0,038 | 0,052 |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 0,158 | 0,151 | 0,149 | 0,148 | 0,153 | 0,158* | 0,151 | 0,153 | 0,154 | 0,008 | 0,011 | 0,155 | 0,151 | 0,005 | 0,007 |
| 2 | 9 | 0,182 | 0,182 | 0,186 | 0,173 | 0,183* | 0,194** | 0,180 | 0,184 | 0,185 | 0,009 | 0,012 | 0,184 | 0,183 | 0,003 | 0,004 |
| 3 | 17 | 0,161 | 0,162 | 0,162 | 0,151 | 0,165** | 0,170** | 0,162 | 0,162 | 0,162 | 0,006 | 0,008 | 0,161 | 0,162 | 0,004 | 0,005 |
| K | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 1,195 | 1,069 | 0,933 | 1,312 | 1,055* | 0,830** | 1,128 | 1,024 | 1,045 | 0,218 | 0,301 | 0,875 | 1,256* | 0,081 | 0,111 |
| 2 | 9 | 1,598 | 1,473 | 1,407 | 1,609 | 1,467* | 1,342** | 1,549 | 1,442 | 1,427 | 0,123 | 0,170 | 1,465 | 1,480 | 0,057 | 0,078 |
| 3 | 17 | 0,812 | 0,823 | 0,765 | 0,910 | 0,779** | 0,711** | 0,830 | 0,796 | 0,773 | 0,086 | 0,119 | 0,772 | 0,828** | 0,040 | 0,055 |
| Ca | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 0,543 | 0,520 | 0,515 | 0,483 | 0,530** | 0,565** | 0,586 | 0,509** | 0,483** | 0,027 | 0,038 | 0,530 | 0,522 | 0,015 | 0,021 |
| 2 | 9 | 0,703 | 0,722 | 0,719 | 0,675 | 0,724** | 0,745** | 0,740 | 0,709 | 0,695* | 0,034 | 0,047 | 0,709 | 0,720 | 0,021 | 0,028 |
| 3 | 17 | 1,206 | 1,153 | 1,142 | 1,081 | 1,194** | 1,226** | 1,209 | 1,149 | 1,143 | -0,066 | 0,091 | 1,198 | 1,136** | 0,037 | 0,051 |
| Mg | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 0,292 | 0,275 | 0,284 | 0,266 | 0,280 | 0,305** | 0,224 | 0,301** | 0,326** | 0,016 | 0,022 | 0,299 | 0,268** | 0,008 | 0,011 |
| 2 | 9 | 0,246 | 0,252 | 0,267* | 0,241 | 0,254 | 0,271** | 0,226 | 0,262** | 0,278** | 0,015 | 0,021 | 0,264 | 0,246** | 0,008 | 0,011 |
| 3 | 17 | 0,238 | 0,230 | 0,250 | 0,227 | 0,242 | 0,250 | 0,225 | 0,243 | 0,251 | 0,023 | 0,031 | 0,251 | 0,228** | 0,008 | 0,012 |
| Cl | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 0,459 | 0,448 | 0,460 | 0,482 | 0,453 | 0,431 | 0,463 | 0,473 | 0,431 | 0,044 | 0,061 | 0,289 | 0,622** | 0,026 | 0,036 |
| 2 | 9 | 0,459 | 0,475 | 0,498 | 0,456 | 0,474 | 0,502 | 0,467 | 0,494 | 0,470 | 0,054 | 0,075 | 0,348 | 0,607** | 0,029 | 0,040 |
| 3 | 17 | 0,452 | 0,465 | 0,477 | 0,431 | 0,470 | 0,493* | 0,462 | 0,473 | 0,459 | 0,049 | 0,068 | 0,378 | 0,551** | 0,019 | 0,026 |
| S | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 0,174 | 0,178 | 0,179 | 0,177 | 0,174 | 0,181 | 0,169 | 0,179 | 0,183 | 0,011 | 0,015 | 0,184 | 0,170** | 0,007 | 0,010 |
| 2 | 9 | 0,202 | 0,202 | 0,208 | 0,203 | 0,202 | 0,206 | 0,202 | 0,202 | 0,206 | 0,007 | 0,009 | 0,212 | 0,195** | 0,006 | 0,009 |
| 3 | 17 | 0,201 | 0,204 | 0,203 | 0,201 | 0,203 | 0,203 | 0,204 | 0,202 | 0,202 | 0,005 | 0,006 | 0,204 | 0,200** | 0,002 | 0,003 |
| B | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 12,9 | 12,7 | 12,2 | 13,6 | 12,3** | 12,0** | 12,7 | 12,6 | 12,5 | 0,73 | 1,01 | 13,2 | 12,0 | 0,62 | 0,85 |
| 2 | 9 | 16,8 | 16,7 | 16,9 | 16,4 | 17,0 | 16,9 | 17,2 | 16,6 | 16,6 | 0,84 | 1,16 | 17,2 | 16,3* | 0,69 | 0,95 |
| 3 | 17 | 18,6 | 18,8 | 18,7 | 17,6 | 19,0* | 19,6** | 19,1 | 18,6 | 18,4 | 1,08 | 1,49 | 19,3 | 18,1** | 0,61 | 0,84 |

TABLEAU V. — Observations de croissance (*Growth observations*)

| | N0 | N1 | N2 | P0 | P1 | P2 | Mg0 | Mg1 | Mg2 | P.P.D.S. (L.S.D.) | | K0 | K1 | P.P.D.S. (L.S.D.) | |
|--|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|----------------------|------|------|-------|----------------------|------|
| | | | | | | | | | | 5 % | 1 % | | | 5 % | 1 % |
| Emission foliaire (Leaf emission) Juin 78 à mai 79 (June 78-May 79) | 19,3 | 21,6* | 21,9* | 20,2 | 21,5 | 21,1 | 20,5 | 20,9 | 21,4 | 2,1 | 2,8 | 20,5 | 21,4* | 0,7 | 0,9 |
| Longueur F1 (Length, L1) (Juin-June 78) | 89 | 88 | 89 | 88 | 89 | 88 | 90 | 88** | 88** | 1,4 | 2,0 | 88 | 89 | 1,9 | 2,6 |
| Longueur F3 (Length, L3) (Moyenne-Average 16a) | 155 | 165* | 166* | 159 | 166 | 160 | 162 | 161 | 162 | 8,7 | 12,1 | 157 | 166** | 3,3 | 4,5 |
| Longueur F9 (Length, L9) (Avril-April 81) | 315 | 316 | 317 | 309 | 320 | 319 | 315 | 315 | 318 | 12,9 | 17,8 | 310 | 322** | 5,6 | 7,6 |
| Longueur F17 (Length, L17) (Avril-April 81) | 287 | 288 | 288 | 282 | 291 | 290 | 287 | 286 | 290 | 12,4 | 17,1 | 282 | 293** | 5,6 | 7,7 |
| Surface section pétiole (Area leaf stalk section) (mm ²) (Avril-April 81) | 613 | 607 | 625 | 602 | 629 | 613 | 612 | 614 | 618 | 34,8 | 48,1 | 591 | 638** | 17,2 | 23,6 |
| Surface section rachis (Area rachis section) (mm ²) (Avril-April 81) | 125 | 128 | 128 | 124 | 128 | 129 | 126 | 127 | 128 | 5,4 | 7,5 | 122 | 132** | 3,2 | 4,4 |

petit essai voisin où il est nécessaire d'apporter une fumure de fond d'au moins 400 à 600 kg/ha pour obtenir une couverture de légumineuse suffisante et homogène. On note la même hétérogénéité sur les palmiers qui sont beaucoup plus petits sur les parcelles P0, les plus déficientes en phosphore.

Nutrition (Tabl. IV).

Le phosphate améliore significativement la nutrition en P, Ca et Mg, et déprime corrélativement la nutrition en K. Les teneurs en calcium, déjà très élevées dans le témoin sous phosphate (1,08 p. 100), atteignent des valeurs exceptionnellement fortes de 1,23 p. 100 avec la dose double. Cette progression pèse sur les teneurs en potassium qui passent de 0,91 à 0,71 p. 100.

Croissance (Tabl. V).

Le phosphate a tendance à améliorer la croissance, mais l'effet moyen reste faible et n'est pas encore significatif en raison de l'extrême hétérogénéité du terrain au départ.

3. — Déficience magnésienne et effet de la kiésérite.

Symptômes visuels.

Les premiers symptômes, très légers, sont apparus en avril 1979 sur quelques arbres seulement des parcelles Mg0.

Nutrition (Tabl. IV).

Les teneurs naturelles (0,225 p. 100) sont en effet relativement proches du niveau critique traditionnel de 0,24 p. 100. L'apport de kiésérite les améliore très fortement, bien au-delà du niveau critique, mais l'apport de

potassium seul les déprime jusqu'à des valeurs voisines de 0,20 p. 100 sur quelques parcelles qui sont justement celles qui manifestent des symptômes.

Croissance (Tabl. V).

Cette très légère déficience induite par les apports de potassium n'est évidemment pas suffisante pour affecter significativement la croissance moyenne des arbres. Il est donc tout à fait normal de n'observer aucun effet des fumures magnésiennes à ce jour.

4. — Déficience potassique et effet du chlorure de potassium.

Symptômes visuels.

Ils sont apparus en janvier 1979 sur bon nombre de sous-parcelles K0, mais jamais sur les sous-parcelles K1. Ils se présentent sous plusieurs formes selon l'âge de la feuille. Sur les très jeunes feuilles, il s'agit de petites taches blanches, grossièrement carrées ou rectangulaires de moins d'un millimètre de côté (Fig. 2 et 3); ces taches, irrégulièrement réparties sur le limbe, ont tendance à se concentrer en lignes le long des nervures secondaires des folioles; lorsqu'elles deviennent très nombreuses et très denses, elles forment des bandes longitudinales au contour très tourmenté. Elles apparaissent avant l'ouverture de la feuille et n'évoluent pratiquement plus par la suite, sinon en devenant jaunâtres.

Les taches sont généralement accompagnées de malformations foliaires: réduction de la longueur de la feuille et de la surface des folioles plus ou moins accentuée. Dans les cas les plus nets, l'extrémité du rachis prend une forme sinusoïdale, de même que les nervures principales des folioles près de leur point d'attache; les folioles sont alors gaufrées et leur limbe devient cassant.

FIG. 1. — Déficience azotée : port en entonnoir
(Nitrogen deficiency : funnel-like appearance).



FIG 2 et 3. — Points blancs (White spots).



Ces déformations qui s'accompagnent d'une coloration vert foncé des jeunes feuilles concernées, rappellent les symptômes de la déficience en bore, mais sans atteindre les stades classiques de déformation en baïonnette.

Sur les feuilles plus âgées, dans le milieu de la couronne, on observe des symptômes très variés d'une feuille ou d'un arbre à l'autre : il s'agit d'une ou plusieurs feuilles devenant entièrement jaunes en contraste avec les autres feuilles qui restent vertes. Le limbe est marbré de taches jaune-vert entourées d'un liseré jaune franc. Les insertions des folioles sont nécrosées dans la partie médiane du rachis.

Les nervures axiales et le limbe des folioles deviennent

jaune-vert clair, sauf sur les folioles recouvertes par leurs voisines (effet d'ombrage). Ce jaunissement peut également prendre la forme de bandes longitudinales jaunes et vertes en alternance, avec évolution des bandes jaunes en nécrose brune. On peut également observer des décolorations diffuses, puis des nécroses sur la bordure des folioles avec progression de l'apex à la base de la feuille ou encore de « l'Orange spotting » à grosses taches.

Tous ces symptômes, apparus en janvier 1979, ont évolué rapidement pour atteindre leur apogée au début du mois de février et se sont stabilisés par la suite en même temps qu'ils disparaissaient sur les feuilles nouvellement apparues.

Nutrition (Tabl. IV).

Les teneurs foliaires en potassium des parcelles K0 sont en effet très faibles (0,875 p. 100 sur feuille 3) en mai 1979, quelques mois seulement après l'apparition des symptômes. L'apport de chlorure de potassium augmente les teneurs en K (+ 43 p. 100) et en Cl (+ 115 p. 100) de façon spectaculaire, alors qu'il déprime les teneurs en N (- 4 p. 100), Mg (- 10 p. 100), S (- 8 p. 100) et B (- 9 p. 100).

Dans les parcelles K0, les teneurs sont en fait très variables d'une parcelle à l'autre : 0,4 à 1,6 p. 100 ; cette hétérogénéité, due au sol, est encore amplifiée par les autres traitements urée, phosphate et kiésérite qui dépriment les teneurs en potassium. Les symptômes observés dans le milieu de la couronne ont été mesurés en mai 1979, à l'époque des prélèvements, par comptage du nombre de feuilles affectées. La relation entre l'intensité des symptômes et les teneurs en potassium correspondantes (Fig. 4) montrent que les symptômes apparaissent pour une teneur en K d'environ 1 p. 100 et s'aggravent progressivement lorsque les teneurs en K diminuent. Il est donc possible d'attribuer ces symptômes à la déficience potassique.

On retrouve la même liaison dans le cas des points blancs apparus sur les jeunes feuilles (Fig. 5), mais ces symptômes accompagnés de malformations s'apparentent plutôt à la déficience en bore, d'autant plus que des taches blanches du même type ont été décrites par Dufour sur de jeunes plants élevés en solution nutritive sans bore, avant l'apparition des malformations foliaires classiques [Dufour, 1979]. Il s'agit peut-être d'une influence indirecte de la déficience potassique qui favoriserait l'expression de la déficience en bore. Cette hypothèse n'est malheureusement pas très cohérente avec l'effet de la fumure potassique qui diminue les teneurs en bore tout en faisant disparaître les symptômes, mais on sait bien que les

teneurs en bore au voisinage de 10-12 ppm peuvent correspondre ou non à une déficience selon les situations, peut-être justement en fonction d'autres facteurs comme la nutrition potassique.

Quoi qu'il en soit, les symptômes observés, et en particulier le jaunissement et les nécroses foliaires apparus dans le milieu de la couronne sont bien liés aux faibles teneurs en potassium des feuilles en mai 1979. Cette déficience potassique sévère disparaît un an plus tard en même temps que les teneurs en potassium des parcelles témoins augmentent naturellement jusqu'à des valeurs très largement supérieures au niveau critique habituel (1,47 p. 100 sur feuille 9, contre 1,25 p. 100).

Elle semble réapparaître ensuite si l'on se réfère toujours aux niveaux critiques habituels puisque les teneurs tombent à 0,77 p. 100 en juillet 1981. En réalité, c'est le calcium apporté par le phosphate tricalcique qui accélère cette chute car les parcelles POK0, avec 0,89 p. 100 de K dans les feuilles, sont encore bien alimentées.

L'apport de chlorure de potassium sur les parcelles K1 entraîne une augmentation significative des teneurs, sauf en mai 1980, époque à laquelle la déficience potassique s'était spontanément corrigée dans les parcelles K0.

Croissance (Tabl. V).

La fumure potassique améliore la croissance et la vitesse de développement au cours de la première année de culture (observations de mai 1979 : + 6 p. 100 sur la longueur de la feuille 3 ; + 4 p. 100 sur le nombre de feuilles apparues). La persistance de cet effet en avril 1981 peut être considérée, soit comme un arrière-effet de la levée de carence en mai 1979, soit comme un nouvel effet de la fumure potassique sur la déficience qui réapparaît au D.F. de juillet 1981.

Il existe une interaction positive des effets entre l'urée et le chlorure de potassium en mai 1979 (Tabl. VI).

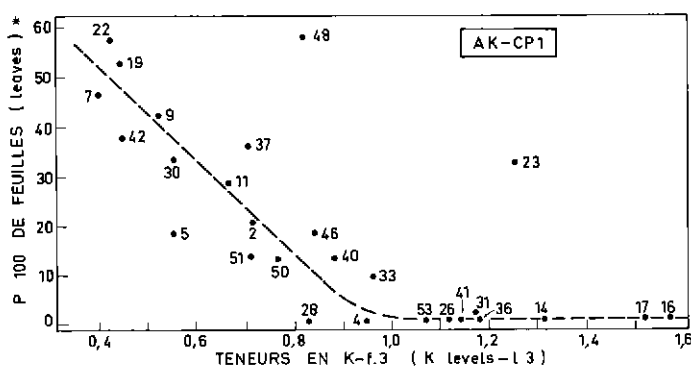


FIG 4. — Relation entre la nutrition potassique et les jaunissements, dessèchements des feuilles dans les sous-parcelles sans KCl (Relation between potassic nutrition and yellowing/drying out of leaves in the sub-plots without KCl). (*) avec - jaunissement, - Orange spotting, - dessèchement (with -yellowing, - Orange spotting, - drying-out) Observations et D.F. : mai 1979 (Observations and L.A. : May 1979).

FIG. 5. — Relation entre la nutrition potassique et la présence de points blancs sur les feuilles dans les sous-parcelles sans KCl (Relation between potassic nutrition and the presence of white spots on leaves in sub-plots without KCl) Observations et D.F. : mai 1979 (Observations and L.A. : May 1979).

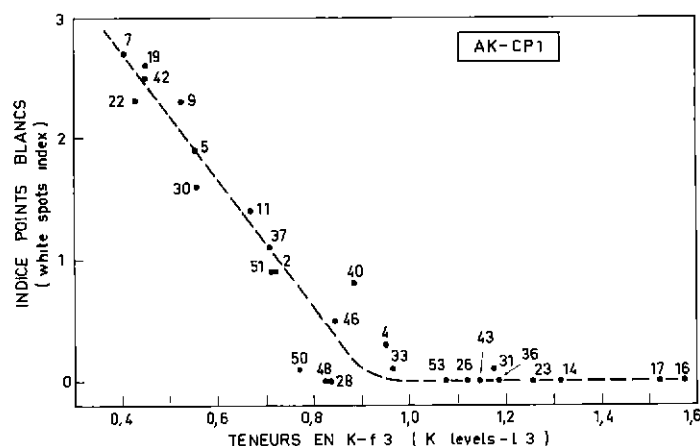


TABLEAU VI. — Interaction positive urée/potasse sur la croissance des arbres
(Positive urea/potash interaction on growth of trees)

| | Emission foliaire (Leaf emission) | | | Longueur feuille 3 (Length leaf 3) | | | |
|----|--------------------------------------|-------|-------|---------------------------------------|-------|--------|--------|
| | K0 | K1 | | K0 | K1 | | |
| N0 | 19,4 | 19,2 | - 0,2 | N0 | 153,7 | 155,8 | + 2,1 |
| N2 | 21,5 | 22,4 | + 0,9 | N2 | 159,6 | 171,5 | + 11,9 |
| | + 2,1 | + 3,2 | + 1,1 | | + 5,9 | + 15,7 | + 9,8 |

III. — DISCUSSION

1. — Instabilité de la nutrition au jeune âge.

On constate par cette expérience, que :

— en moins d'un an après la plantation, 5 déficiences ont été détectées : N, P, K, Mg et B ; celle en Mg apparue en dernier est encore négligeable. Les symptômes de déficience en K et en B ont toujours été rencontrés ensemble sur les mêmes arbres K0 ;

— l'éventail des niveaux de nutrition est beaucoup plus ouvert que dans une expérience analogue sur plantation adulte : l'hétérogénéité du sol est très bien reflétée, ainsi que son faible pouvoir tampon, le développement réduit de l'arbre (système racinaire et quasi-absence d'organes de réserve comme le stipe) ne lui permet pas d'amortir les assauts venus de l'extérieur tels que fumures minérales ou variations climatiques ;

— on peut donc volontairement, ou par ignorance, induire certaines déficiences, tout en en corrigeant d'autres. Par exemple, l'urée et le phosphate peuvent provoquer des déficiences en potassium, tandis que la potasse entraînera une déficience magnésienne. A la différence de ce qui se produit sur plantations adultes, ces corrections ou ces inductions de carences interviennent à très court terme, en quelques semaines ou quelques mois au maximum ;

— la déficience azotée apparue au cours des six premiers mois de végétation disparaît par la suite, mais ne peut que réapparaître à terme si on en croit les fortes réponses enregistrées dans les expériences voisines sur arbres adultes ;

— la déficience potassique semble disparaître de la même façon, mais renaît semble-t-il à l'âge de 3 ans, en raison peut-être seulement des applications de phosphate tricalcique nécessaires par ailleurs.

2. — Induction de la carence en bore par les fumures minérales.

On se trouve, dans cette expérience, en face de symptômes de déficience en bore d'un type particulier.

Cette déficience en bore est apparue très précocement, 4 à 6 mois après la plantation, ce qui est peu fréquent. Pour cela, il a probablement fallu que plusieurs conditions soient réunies : faibles disponibilités en bore et surtout en potassium du sol, croissance rapide due aux fertilisations azotées et phosphorées et à la forte pluviométrie, effets dépressifs de ces mêmes fumures sur l'absorption du

potassium (et du bore). On peut se demander si une déficience potassique simultanée n'est pas indispensable pour que ces symptômes de points blancs puissent apparaître : leur densité dépend, en effet, de la sévérité de la carence en K.

Il apparaît ici une fois de plus, qu'il est difficile de prédire avec certitude une déficience en bore par l'examen du niveau de bore dans la feuille [Rajaratnam, 1973]. Les fumures azotées et phosphorées en déprimant la nutrition potassique et en favorisant la croissance, donc en augmentant les besoins en bore, jouent un rôle significatif dans l'induction de cette carence. Par contre, il y a une certaine contradiction entre l'aggravation supposée de la déficience en bore par des applications intensives de potasse [Turner, 1968 ; Purba, 1973] et leur effet préventif dans cet essai, à moins d'admettre que pour un certain degré de déficience en bore modérée, une déficience potassique simultanée puisse déclencher l'apparition des symptômes.

Ces résultats ne veulent donc pas dire que l'application de chlorure de potasse évite toute déficience en bore sur jeune palmeraie mais seulement que cette fumure potassique peut éviter, dans certains cas, à une déficience en bore modérée de s'exprimer par des malformations.

CONCLUSIONS

L'instabilité de la nutrition au jeune âge permet difficilement d'utiliser le diagnostic foliaire pour programmer la fumure des très jeunes plantations de cette région. C'est d'ailleurs probablement le cas dans la plupart des régions bénéficiant d'un climat très favorable et d'un sol relativement pauvre dans lequel le système racinaire, à peine et irrégulièrement installé, n'arrive pas toujours à prélever assez vite les éléments minéraux indispensables à une croissance très active. Il est donc nécessaire de recourir à des barèmes qui apportent tous les éléments en quantité modérée et avec une fréquence relativement élevée au cours de la première année de végétation.

L'expérience montre que tous ces éléments peuvent être utiles à une période ou à une autre, à un emplacement ou à un autre, en raison de l'extrême hétérogénéité de la nutrition dans l'espace ou dans le temps. C'est une assurance qu'il faut payer pour garantir l'homogénéité future de la plantation. Le coût n'est d'ailleurs pas très élevé compte tenu de la relative modicité des doses utilisées.

Un exemple de barème adapté à la situation d'Aek Loba est proposé dans le tableau VII. Il commence par une application généreuse, mais indispensable, de phosphate tricalcique (CIRP) sur la couverture de légumineuse, dont le bon développement permettra d'ailleurs de faire

TABLEAU VII. — **Modèle provisoire de barème de fumure adapté aux jeunes cultures d'Aek Loba**
(*Interim model of a manuring schedule suitable for the young Aek Loba crops*)

[g/arbre (/tree)]

| Âge (en mois) (in months) | Engrais (Fertilizers) | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------|----------------|------------------|-------|-----------|-------|
| | 15.15.6.4 | Urée (Urea) | C.I.R.P. | KCl | Kiésérite | Borax |
| Avant plantation (Before planting) | | | 400 kg/ha (1) | | | |
| 0 | | | 500 (2) | | | |
| 2 | 250 | | | | | |
| 5 | | 150 | | 200 | 200 | 20 |
| 10 | 750 | | | | | 20 |
| 15 | | 200 | 1 000 | 300 | 300 | 30 |
| 21 | | 300 | | | | 30 |
| 27 (3) | | 400 | 1 500 | 500 | 500 | 40 |
| 33 | | 500 | | | | 40 |
| 39 | | 600 | 1 500 | 1 000 | 1 000 | 50 |
| 45 | | 700 | | | | 50 |

(1) Fumure de fond sur la légumineuse de couverture après son semis (*Basic manuring on the legume cover plant after sowing*).

(2) Dans le trou de plantation (*in the planting hole*).

(3) A partir de cet âge le barème proposé n'a plus qu'une valeur indicative (sauf pour le borax) car les D.F. permettent alors régulièrement d'ajuster les fumures aux besoins (*from this age on, the proposed schedule is given only as a guideline (save for borax), as L.A. then allow for regular adjustment of manuring to needs*).

des économies d'engrais azotés par la suite. Cette application de phosphore est complétée à l'usage du palmier par 500 g d'engrais dans le trou de plantation.

En première année de culture, l'engrais est apporté à trois reprises : deux fois sous forme de complexe 15-15-6-4, préférable au 12-12-17-2 car les déficiences dominantes restent N et P, une fois sous forme d'engrais simples.

A partir de la deuxième année, il ne semble plus néces-

saire d'intervenir aussi fréquemment. Une seule application par an est suffisante, sauf pour l'urée dont la sensibilité aux pertes par lessivage ou volatilisation oblige à maintenir le fractionnement.

Il est recommandé, d'autre part, d'assurer une surveillance visuelle attentive des jeunes plantations, surtout au cours de la première année de façon à pouvoir intervenir rapidement si quelque symptôme caractéristique apparaissait néanmoins.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] TURNER P. D., BULL R. A. (1968). — *Diseases and disorders of the oil palm in Malaysia*. p. 125-142.
- [2] RAJARATNAM J. A. (1973). — Application, absorption and translocation of boron in oil palm *Expt Agric.*, 9, p. 129-139.
- [3] PURSA A. Y. L., TURNER P. D. (1973). — Severe boron deficiency in young oil palms in Sumatra. *Planter*, 49, p. 10-13.
- [4] KANAPATHY K., TAN S. H., CHEAH T. E. (1974). — Available micronutrients in some peninsular Malaysian soils as indicated by the oil palm. *Malaysian Agricultural Journal*, 9, n° 3, p. 357-364.
- [5] TURNER P. D., GILLBANKS R. A. (1974). — *Oil palm cultivation and management*, p. 277-379.
- [6] UMMAR AKBAR, TAMPUBOLON F. H., AMIRUDDIN D., OLLAGNIER M. (1976). — Fertiliser experimentation on oil palm in North Sumatra. *Oléagineux*, 31, n° 7, p. 305-316.
- [7] HARTLEY C. W. S. (1977). — *The oil palm*, p. 495-588.
- [8] DUFOUR F., QUENCEZ P. (1979). — Etude de la nutrition en oligoéléments du palmier à huile et du cocotier cultivés sur solutions nutritives. *Oléagineux*, 34, n° 7, p. 323-330.
- [9] ESCHBACH J.-M. (1980). — Les oligoéléments dans la nutrition du palmier à huile. *Oléagineux*, 35, n° 6, p. 281-294.

SUMMARY

Importance of balanced manuring on a young palm grove in North Sumatra.B. TAILLIEZ, *Oléagineux*, 1982, 37, N° 6, p. 271-281.

In a factorial mineral nutrition trial set up on a North Sumatra palm grove from the time of planting on, five deficiencies, namely N, P, K, Mg and B appeared less than a year after planting. The symptoms which exteriorise each of these deficiencies are described, while the effects of the various fertilizers on nutrition and growth are analysed. The application of potassium chloride played a role in preventing the appearance of a double precocious deficiency in both potassium and boron; the presence of white spots on young, shorter leaves (incipient little leaf) may be attributed to a boron deficiency, whereas a whole range of yellowings and necroses on the leaves in the middle of the crown would be directly related to potassium deficiency. Urea and rock phosphate, which promote better growth, induce or exacerbate this double deficiency. Generally speaking, there is a close relationship between the symptoms observed, nutrition as evaluated by leaf analysis, and growth of the young trees, but leaf boron levels are no indication as to whether or not this trace element is lacking. Proposals are put forward in an attempt to work out better balanced, more rational fertilizer formulae for young plantations.

RESUMEN

Importancia de los abonados equilibrados en palmerales jóvenes en el Norte de Sumatra.B. TAILLIEZ, *Oléagineux*, 1982, 37, N° 6, p. 271-281.

En un experimento factorial de abonado mineral establecido desde la siembra en palmerales en el Norte de Sumatra, se han declarado cinco deficiencias de N, P, K, Mg y B menos de un año después de la siembra. Se describen los síntomas que manifiestan cada una de estas deficiencias, mientras que se analizan los efectos de las diversas fertilizaciones en la nutrición y el crecimiento. La aplicación del cloruro de potasio ha desempeñado un papel preventivo contra la aparición de una doble deficiencia temprana de potasio y boro; la presencia de puntos blancos en hojas jóvenes acortadas (« little leaf » incipiente) se atribuye a la deficiencia de boro, mientras que toda una gama de amarillamientos y necrosis en las hojas de la parte media de la corona estaría directamente vinculada a la deficiencia potásica. La urea y el fosfato de roca favorecen un mejor crecimiento, e inducen o agravan esta doble deficiencia. Hay buenas relaciones por lo general entre los síntomas observados, la nutrición juzgada por el análisis foliar y el crecimiento de los árboles jóvenes, pero resulta que el nivel de boro en la hoja no trae informaciones sobre la existencia o la falta de una carencia de este oligoelemento. Se hace propuestas para tratar de lograr fórmulas de fertilización más equilibradas y racionales en plantaciones jóvenes.

Importance of balanced manuring on a young palm grove in North Sumatra

B. TAILLIEZ (1)

Mineral fertilizer experiments set up on the adult plantations of P. T. Socfindo (North-East Coast of Sumatra, Medan Region, Indonesia) have shown that the soils in this major oil palm growing region have exceptionally serious mineral deficiencies in nitrogen, phosphorus and magnesium [Ummar Akbar *et al.*, 1976].

It was thought valuable to confirm these results by setting up an experiment on a young plantation specially designed to eliminate to the greatest possible extent planting material heterogeneity factors.

From the moment of planting on, treatments were applied to study mineral nutrition and manuring of young palms under this region's particularly favourable conditions.

I. — EXPERIMENTAL DESIGN

1. — Situation, soil and land preparation.

Experiment AK-CP 1 was planted in May 1978 at Aek Kwasan, on an extension of the Aek Loba plantation, only a few km from the experiments AL-CP 1 and AL-CP 2 described by Ummar Akbar *et al.* [1976]. It is located on a plateau broken up by small, very deep valleys. The yellow-red podzolic soil developed on liparitic sediments of ancient volcanic origin. The texture is that of heavy silt (Table I), relatively rich in organic matter. The absorbant complex is very desaturated (pH 4.7), but the sum of

exchangeable bases remains higher than the average for laterite soils in a humid tropical climate.

Phosphorus levels are low, under deficiency thresholds for the oil palm.

The terrain, which had once been cultivated for food crops, was then abandoned and « lalang » (*Imperata cylindrica*) savannah took over.

It was prepared by crossed passages with a disk plough before sowing a legume cover plant (*Pueraria phaseolides*) in September 1977, which was manured with 50 kg/ha 15-15-6-4 in October and 100 kg/ha CIRP (Christmas Island Rock Phosphate — tricalcic phosphate) in January 1978.

2. — Statistical design and treatments.

— Factorial 3³ experiment with sub-divided plots (27 main and 54 sub-plots).

— Each sub-plot includes 36 palms (6 rows of 6 trees), of which 16 are useful palms from 12 high-yield-potential families, equally distributed over all the plots at the rate of 4 families per block.

The treatments assigned to the three main factors (3 levels) were selected in function of the results obtained in nearby experiments on adult trees. These were the elements N, P and Mg, known to be deficient. Study of potassium was assigned to the subdivision (presence-absence). The fertilizers and rates used are given in Table II.

The young palms were set up on May 8th 1978; this was followed by an 8-month rainy season, then a moderate dry season lasting 3 months (Table III) as is usual for the area.

Observations dealt with leaf analysis, soil analysis and growth of the young palms, as well as with visual deficiency symptoms which appeared during vegetation.

(1) I.R.H.O. Agronomist. Conjunto Debora, Q1, rua Cameta n° 4, 69000 Manaus (AM), Brazil.

II. — RESULTS

1. — Nitrogen deficiency and effects of urea.

Visual symptoms.

Severe nitrogen deficiency symptoms were observed during the last quarter of 1978 on some N0 plots. Yellowing of the leaves is widespread, but more pronounced on the young leaves in the middle of the crown. This discoloration is not even overall : it takes the form of yellowish-green mottling on young leaves, or of longitudinal yellow strips alternating with light green ones, with reddish-brown necroses appearing gradually in the yellow strips, especially towards the tip of the leaflets. The rachis are bright yellow. Another important symptom not mentioned in available literature on the subject is a funnel-like appearance due to the great flexibility of the leaf stalks and rachis of the young leaves (Fig. 1).

In December 1978-January 1979 (7-8 months), the plots affected by nitrogen deficiency turn green again spontaneously : this improvement mainly involves the youngest leaves. The funnel-like appearance persists in some cases.

Nutrition (Table IV).

Nitrogen levels were not observed at the point where symptoms were the most acute. LA carried out in May 1980 and July 1981, as well as those of May 1979, show that nitrogen levels in the control without urea became adequate, not to say plethoric, in years 2 and 3.

Urea significantly improves nitrogenous nutrition, with a tendency to reduce potassic nutrition. That the plants turn green once more at the age of 8 months may be explained by the spread of the root system beyond the weeded circle and within reach of the nitrogen fixed by the legume cover plant.

Growth (Table V).

The application of urea to correct this temporary nitrogen deficiency sharply improves growth and development of the plants during their first year : + 7 p. 100 for the length of leaf 3 and + 13 p. 100 for leaf emission compared to May 1979. This effect vanishes in April 1981.

2. — Phosphorus deficiency and effects of tricalcic phosphate.

Visual symptoms.

A very noticeable parallel can be drawn between the appearance of the legume cover plant and that of the palms with respect to phosphorus deficiency. Despite general application of 100 kg/ha tricalcic phosphorus to the cover plant to ensure its establishment, P deficiency on *Pueraria* is far from corrected throughout the trial. The cover plant is spectacular in its heterogeneity (thickness, size of the leaves) which confirms the results obtained on a small nearby trial where at least 400-600 kg/ha basic manuring must be applied to obtain an adequate and homogeneous legume cover plant. The same heterogeneity is observed on the palms, which are much smaller on plots P0, those most deficient in phosphorus.

Nutrition (Table IV).

Phosphate significantly improves nutrition in P, Ca and Mg, and, correlatively, reduces that in K. Calcium levels, very high already in the control under phosphate, (1.08 p. 100) reach exceptionally high values of 1.23 p. 100 with double rates. This increase influenced potassium levels, which dropped from 0.91 to 0.71 p. 100.

Growth (Table V).

Phosphate tends to increase growth, but its effect on average remains low ; it is not yet significant given the initial great heterogeneity of the terrain.

3. — Magnesian deficiency and effect of Kieserite.

Visual symptoms.

The first, slight symptoms appeared in April 1979 on a few scattered trees in plots Mg0.

Nutrition (Table IV).

Natural levels (0.225 p. 100) are in effect rather close to the traditional 0.24 p. 100 critical level. They are sharply improved by Kieserite applications, to well beyond the critical threshold ; application of potassium alone, however, pushes them back down to values of around 0.20 p. 100 on precisely those few plots which are subject to symptoms.

Growth (Table V).

This very slight deficiency induced by potassium applications is obviously not pronounced enough to significantly influence average growth of the trees. That no effect of magnesian fertilizers should have been observed to date is therefore perfectly normal.

4. — Potassic deficiency and effect of potassium chloride.

Visual symptoms.

These appeared in January 1979 on many K0 sub-plots, but never on sub-plots K1. Various forms occur depending on the age of the leaf. On very young leaves, small white spots appear, in the shape of a crude square or rectangle, each side of which is at least 1 mm (Fig. 2 and 3) ; unevenly distributed along the lamina, the spots tend to be concentrated in rows along the secondary ribs of the leaflets. Once there is a large number of very crowded spots, they form longitudinal strips highly irregular in form. They appear before the leaf opens, and scarcely evolve after that point, save to take on a yellowish shade.

Leaf malformations generally occur along with these spots : leaf length and leaflet area are more or less sharply reduced. In the most clear-cut cases, the tip of the rachis takes on a sinusoid form, as do the main ribs of the leaflets near their attachment point. The leaflets look puckered and the lamina breaks easily.

Such deformations, coinciding with dark green colouring of the relevant young leaves, resemble boron deficiency symptoms, though the classical stages of Hook Leaf deformation are not to be found.

On older leaves in the middle of the crown, the symptoms vary considerably from one leaf or one tree to another : one or more leaves turn completely yellow, in contrast to the other leaves which remain green. The lamina is mottled with yellow-green spots surrounded by a bright yellow border. In the median part of the rachis, the leaflet insertions are necrosed.

The axial ribs and the leaflet laminae turn light yellow-green, save on those leaflets overlapped by their neighbours (shading effect). This yellowing may also take the form of longitudinal alternating yellow and green strips, where the yellow ones evolve into brown necrosis. Diffuse discolourations may also be observed, followed by necroses moving from the apex to the leaf base on the border of the leaflets, or else by orange spotting with large spots.

All the above symptoms, which appeared in January 1979, evolved speedily up to a watershed in February ; they then stabilised while disappearing from the new leaves.

Nutrition (Table IV).

Leaf potassium levels on the K0 plots are in effect very low (0.875 p. 100 on leaf 3) in May 1979, only a few months after the symptoms appeared. Application of potassium chloride increased K levels (+ 43 p. 100) and Cl levels (+ 115 p. 100) spectacularly, while depressing N (- 4 p. 100), Mg (- 10 p. 100), S (- 8 p. 100) and B (- 9 p. 100) levels.

On the K0 plots, levels do in fact vary greatly from one plot to another : 0.4 - 1.6 p. 100 ; this heterogeneity, due to the soil, is further increased by the urea, phosphate and Kieserite treatments which depress potassium levels. The symptoms observed in the middle of the crown were measured in May 1979, when sampling by counting the number of affected leaves was done. The relation between intensity of the symptoms and corresponding potassium levels (Fig. 4), show that symptoms appear when K level is about 1 p. 100, and worsen when that level drops, which means they can very likely be attributed to potassic deficiency.

The same relation occurs in the case of white spots on the young leaves (Fig. 5), but these symptoms, which are accompanied by malformations, tend rather to resemble boron deficiency, the more so as Dufour has described white spots of the same type on young plants grown on a boron-free nutritive

solution before the classical leaf malformations appeared [Dufour, 1979]. We may be dealing with an indirect influence of potassic deficiency, promoting the expression of boron deficiency. Unfortunately, such a hypothesis is not very coherent with the effect of potassic manuring, which decreases boron levels while eliminating the symptoms ; it is well known however that boron levels at around 10-12 ppm may or may not correspond to a deficiency depending on the situation. In point of fact, this may be a function of other factors like potassic nutrition.

Whatever the case may be, the symptoms observed, especially yellowing and leaf necroses in the middle of the crown, are definitely linked to the low leaf potassium levels in May 1979.

This severe potassic deficiency disappears a year later as the potassium levels on the control plots increase naturally up to values greatly exceeding the usual critical level (1.47 p. 100 on leaf 9 compared to 1.25 p. 100).

It seems to reappear later, if constant reference is made to the usual critical levels, as contents drop to 0.77 p. 100 in July 1981. This fall is accelerated in point of fact by the calcium brought by tricalcic phosphate, since plots P0K0, with 0.89 p. 100 of K in the leaves, remain well nourished.

Application of potassium chloride on plots K1 causes levels to rise significantly, save in May 1980, when potassic deficiency righted itself spontaneously on plots K0.

Growth (Table V).

Potassic nutrition improves growth and development speed during the first growing year (May 1979 observations : + 6 p. 100 leaf 3 length ; + 4 p. 100 in number of leaves appeared). Persistence of this effect in April 1981 can be considered either as an after-effect of the deficiency being made up in May 1979, or else as another effect of potassic manuring on the deficiency which reappears in the July 1981 LA.

There is a positive interaction of effects between urea and potassium chloride in May 1979 (Table VI).

III. — DISCUSSION

1. — Instability of nutrition in the immature age.

This experience demonstrates that :

- less than a year after planting, 5 deficiencies were detected : N, P, K, Mg, B ; Mg deficiency, which appeared last, remains negligible to date. K and B deficiency symptoms have always occurred together on the same K0 tree ;
- the range of nutrition levels is much broader than in an analogous experiment on an adult plantation : soil heterogeneity is very well reflected, as is its slight buffer potential. The tree's limited growth (root system, reserve organs like the stem practically non-existent) is no defence against outside aggression like mineral fertilizers or climatic variations ;
- certain deficiencies, whether deliberately or through ignorance, can be induced, while others are corrected. For example, urea and phosphate can cause potassium deficiencies, while potash leads to magnesian deficiency. Unlike the case of adult plantations, these corrections or induced deficiencies show up within a very short period, a few weeks or months at the most ;
- nitrogen deficiency which appeared during the first 6 months of vegetation later disappears, but is bound to reappear at some point, judging by the marked response recorded in neighbouring experiments on adult trees ;
- potassic deficiency seems similarly to disappear, but apparently reoccurs at the age of 3 years ; this may perhaps be simply due to the tricalcic phosphate applications which are otherwise required.

2. — Induction of boron deficiency by mineral fertilizers.

In this experiment, we are confronting a special type of boron deficiency symptoms.

The boron deficiency appeared very precociously, 4-6 months after planting, which is uncommon. Several conditions had probably to come together for this to occur : soil poor in boron and, especially, in potassium, rapid growth due to nitrogenous and phosphorated fertilizers and to heavy rainfall, depressive effects of the above fertilizers on potassium and boron absorption. The question may well be asked whether there must not be simultaneous potassic deficiency for the whitespot symptom to appear : their density in fact depends on the severity of the K deficiency.

Here again it seems hard to predict a boron deficiency with certainty by examining the leaf boron level [Rajaratnam, 1973]. Induction of this deficiency is significantly affected by nitrogenous and phosphorated fertilizers which depress potassic nutrition and promote growth, thus increasing boron requirements. On the other hand, there is a contradiction between the presumption that intensive potash applications aggravate boron deficiency [Turner, 1968 ; Purba, 1973] and its preventive effect in this trial, unless it be admitted that a simultaneous potassic deficiency may cause symptoms to appear at a certain degree of moderate boron deficiency.

The meaning of these results is not, therefore, that potash chloride applications prevent all boron deficiencies on young palm groves, but such fertilizers can in some cases prevent a moderate boron deficiency expressing itself as malformations.

CONCLUSIONS

Given the instability of nutrition in the immature age, it is hard to use leaf diagnosis to program manuring for this region's very young plantations. This is probably the case, furthermore, in most regions with a very favourable climate coupled with a relatively poor soil from which the new, unevenly-established root system is sometimes unable to draw the minerals required for very active growth. Recourse must therefore be had to schedules which contribute moderate amounts of all the elements, at fairly close intervals during the first year of vegetation.

Experience shows that all these elements may prove useful at some point or another, on one site or another, given the great heterogeneity of nutrition in space or time. This is an insurance policy, which guarantees the plantation's homogeneity in the future. As only rather low rates are applied, the cost is not too high.

Table VII gives an example of a schedule suitable for the Aek Loba situation, beginning with a generous — and indispensable — application of tricalcic phosphate (CIRP) on the legume cover, satisfactory growth of which will later lead to savings in nitrogenous fertilizers. The phosphorus application is completed for the palm tree by placing 500 g fertilizers into the planting hole.

Three fertilizer applications are made during the first growing year : twice in the form of complex 15-15-6-4, which is to be preferred to 12-12-17-2 as the main deficiencies are still N and P, and once in the form of simple fertilizers.

From the second year on, it should not be necessary to intervene so often. One annual application is enough, save for urea which must be applied several times due to losses through leaching or volatilisation to which it is subject.

Careful visual surveillance of the young plantations should be kept up, especially during the first year, to ensure rapid intervention should some characteristic symptom appear.

