

# LES DÉFICIENCES EN SOUFRE DU PALMIER A HUILE ET DU COCOTIER

## SULPHUR DEFICIENCIES IN THE OIL PALM AND COCONUT

**M. OLLAGNIER**

Directeur des Recherches Agronomiques  
et Stations Expérimentales de l'I. R. H. O.

**R. OCHS**

Directeur du Département  
Agronomie de l'I. R. H. O.

Parmi les cultures oléagineuses tropicales, grandes consommatrices de soufre, seule l'arachide avait permis jusqu'à présent de justifier une fertilisation soufrée [OLLAGNIER et PREVOT, 1957]. Sur les oléagineux pérennes par contre, les déficiences en soufre étaient rares et n'avaient pas encore été rencontrées en Afrique [Colloque Soufre 1970]. Pour le palmier, on pouvait citer seulement le cas très particulier d'une plantation de l'Etat de Bahia (Brésil) où la déficience en soufre était liée à une très forte carence en azote sans qu'il soit possible de faire la part exacte entre ces deux éléments. Pour le cocotier, il n'existait jusqu'alors que l'exemple d'une déficience généralisée en Nouvelle-Guinée et Papouasie mise en évidence par SOUTHERN en 1967.

Il était donc utile de signaler deux nouveaux cas de déficience décelés récemment : l'un en Côte-d'Ivoire sur palmier à huile, l'autre à Madagascar sur cocotier.

### I. PALMIER A HUILE

#### 1. Mise en évidence de la déficience en soufre.

Une expérience factorielle du type  $4 \times 2$ , mise en place à Dabou (Côte-d'Ivoire) en 1964 sur une ancienne savane (1), étudie l'effet des combinaisons entre quatre doses de chlorure de potassium et deux niveaux de sulfate de magnésium (présence-absence).

Dès 1965, le développement et la coloration des parcelles recevant du sulfate de magnésium sont nettement plus satisfaisants que ceux des parcelles

(1) Sol ferrallitique sur sables tertiaires.

Up to the present only groundnuts, amongst tropical oil crops, great consumers of sulphur, justified sulphur fertilizing [OLLAGNIER and PREVOT, 1957]. On the contrary, sulphur deficiencies were rare in perennial oil plants, and had not yet been encountered in Africa [Sulphur Meeting, 1970]. For the oil palm the only case which could be quoted was the very particular one of a plantation in the State of Bahia (Brazil), where the sulphur deficiency was linked to a very severe nitrogen shortage, without it being possible to determine the share of each element exactly. For the coconut, the only previous example was the case of a generalized deficiency in New Guinea and Papua, brought to light by SOUTHERN in 1967.

It was therefore of interest to report two new cases of deficiency found recently : one in the Ivory Coast on the oil palm, and the other in Madagascar on the coconut.

### I. OIL PALM

#### 1. Detection of the sulphur deficiency.

A factorial experiment of the  $4 \times 2$  type, set up at Dabou (Ivory Coast) in 1964 on former savannah (1), studies the effect of combinations between four rates of potassium chloride and two levels of magnesium sulfate (presence-absence).

Already in 1965 the development and colour of the plots receiving magnesium sulfate were distinctly more satisfactory than those of the plots receiving none.

(1) Ferrallitic soil on tertiary sands.

TABLEAU I — TABLE I

Effet du sulfate de magnésium sur la croissance végétative  
Effect of magnesium sulfate on vegetative growth

Date des mensurations Date of measurements	Longueur de la 4 <sup>e</sup> feuille (cm) Length of 4th. frond (cm)		Circonférence au collet (cm) Circumference at root bulb (cm)	
	Présence Presence	Absence Absence	Présence Presence	Absence Absence
Juin 1966 (2 ans) ..... June 1966 (2 years)	196	174	103 **	91
Juin 1967 (3 ans) ..... June 1967 (3 years)	284 **	263	179 **	167
Juin 1968 (4 ans) ..... June 1968 (4 years)	355 **	334	205 **	198

n'en recevant pas. L'action favorable de cet engrais est confirmée par les mesures de croissance effectuées en 1966, 1967 et 1968 (Tabl. I).

Le sulfate de magnésium augmente parallèlement les teneurs en Mg du diagnostic foliaire mais à partir d'une valeur témoin déjà supérieure au niveau critique 0,24 p. 100, l'hypothèse d'une action du magnésium est donc difficile à admettre.

C'est la raison pour laquelle les échantillons de diagnostic foliaire sont repris en 1970 pour le dosage du soufre (Tabl. II).

*The favourable action of this fertilizer is confirmed by growth measurements made in 1966, 1967 and 1968 (Table I).*

*The magnesium sulfate increases the Mg levels in the leaf analysis in parallel, but starting with a control value which is already higher than the critical level, 0,24 p. 100, the hypothesis of an action of magnesium is therefore difficult to accept.*

*It was for this reason that the leaf analysis samples were done again in 1970 for the sulphur levels (Table II).*

TABLEAU II — TABLE II

**Teneurs en soufre et magnésium du diagnostic foliaire (p. 100 P. S.)**  
**Sulphur and magnesium levels in the leaf analysis (p. 100 dry weight)**

	Soufre Sulphur		Magnésium Magnesium	
	(—)	SO <sub>4</sub> Mg	(—)	SO <sub>4</sub> Mg
DF 1966 (Feuille 9) .....	0,165	0,226**	0,330	0,447**
LA 1966 (Fronde 9)				
DF 1969 (Feuille 17) .....	0,213	0,223*	0,464	0,478*
LA 1969 (Fronde 17)				
DF 1970 (Feuille 17) .....	0,231	0,232	0,458	0,471
LA 1970 (Fronde 17)				
DF 1971 (Feuille 17) .....	0,218	0,217	0,395	0,413**
LA 1971 (Fronde 17)				

Le sulfate de magnésium augmente les teneurs en soufre, au jeune âge, dans les mêmes proportions que les teneurs en magnésium, si bien qu'il faut avoir recours aux corrélations teneurs-croissance pour trancher le débat.

La longueur de la 4<sup>e</sup> feuille, par exemple, est en corrélation positive avec la teneur en soufre ( $r = 0,82^{***}$ ) alors qu'il n'existe aucune liaison avec la teneur en magnésium ( $r = 0,29$  N. S.) ; **ce résultat prouve que l'action de l'engrais magnésien est bien due à un effet du soufre et non pas à un effet du magnésium.**

Les corrélations partielles :

— longueur 4<sup>e</sup> feuille  $\times$  teneur en S (Mg constant),  
 $r = 0,84^{***}$ ,

— longueur 4<sup>e</sup> feuille  $\times$  teneur en Mg (S constant),  
 $r = 0,43^*$ ,

sont encore plus déterminantes puisqu'elles attribuent même un rôle dépressif au magnésium.

## 2. Action du soufre sur la production.

L'effet sur la croissance est suivi d'un effet sur la production qui ne devient sensible qu'à la 3<sup>e</sup> campagne de récolte (1969/70, 5 ans) et se poursuit à la 4<sup>e</sup> et plus récente campagne en s'atténuant légèrement (1970/71, 6 ans). Les résultats doivent être présentés dans un tableau de contingence pour tenir compte de l'interaction avec la fumure potassique (Tabl. III).

**En termes économiques**, l'effet moyen du sulfate doit être crédité en supplément de l'interaction avec la fumure potassique ; l'avantage obtenu par l'adjonction du sulfate de magnésium à la dose 4 de chlorure de potassium atteint ainsi 24 kg de régimes (29 p. 100) à la 3<sup>e</sup> campagne et 15 kg (15 p. 100) à la 4<sup>e</sup>.

*The magnesium sulfate increases the sulphur levels in the early years in the same proportion as the magnesium levels so that it is necessary to have recourse to the correlations between levels and growth to settle the question.*

*The length of the 4th frond, for instance, is in positive correlation with the sulphur level ( $r = 0.82^{***}$ ), whilst there is no connection with the magnesium level ( $r = 0.29$ , N. S.) ; **this result proves that the action of the magnesium fertilizer is indeed due to an effect of sulphur and not to one of magnesium.***

*The partial correlations :*

— length of 4th frond  $\times$  S level (Mg constant),  
 $r = 0.84^{***}$

— length of 4th frond  $\times$  Mg level (S constant),  
 $r = 0.43^*$

*are even more conclusive, since they even indicate a depressive effect of magnesium.*

## 2. Action of sulphur on yield.

*The effect on growth is followed by an effect on yield, which does not become perceptible until the 3rd harvesting year (1969/70, 5 years) and continues into the 4th and most recent year diminishing slightly (1970/71, 6 years). The results should be presented in a contingency table to take into account the inter-action with the potassic manuring (Table III).*

**In economic terms**, the mean effect of sulfate should be counted on top of its interaction with the potassic manuring ; the benefit obtained by the addition of magnesium sulfate to rate 4 of potassium chloride thus attains 24 kg/bunches (29 p. 100) in the 3rd year of harvesting and 15 kg (15 p. 100) in the 4th.

TABLEAU III. — Production de régimes par arbre (en kg)  
TABLE III. — Bunch yield per tree (in kg)

Doses de fumure (1) Fertilizer rates (1)	Campagne 1969/70 Year 1969/70		Campagne 1970/71 Year 1970/71	
	(—)	SO <sub>4</sub> Mg	(—)	SO <sub>4</sub> Mg
K1 .....	79	82	94	95
K2 .....	82	94	100	108
K3 .....	81	100	99	108
K4 .....	84	108	102	117
Effet p. 100 moyen .....	81	96**	100	108**
Mean effect p. 100 .....	100	119	100	108

(1) Les doses étudiées augmentent avec l'âge pour atteindre les quantités suivantes à l'âge adulte :

(1) The rates studied increased with age, to reach the following quantities at adult age :

K1 500 g de KCl/arbre/an { (—) 0  
K2 1 250 — — { SO<sub>4</sub> Mg 500 g de Késérite (33 p. 100 MgO)/arbre/an-(tree/year).  
K3 1 500 — —  
K4 3 000 — —

### 3. Discussion des résultats.

L'effet du soufre n'est peut-être pas apprécié à sa juste valeur dans cette expérience qui confond son action avec une action dépressive possible du magnésium ; il est cependant suffisamment net pour justifier l'intérêt d'une fumure soufrée dans les situations analogues à celles de l'essai.

Une première généralisation est possible sur l'ensemble des plantations situées dans l'ancienne savane de Dabou bien que les derniers diagnostics foliaires de contrôle n'aient pas permis de soupçonner l'existence de cette déficience. Il est vrai que ces cultures ont reçu du sulfate de magnésium au cours de leurs deux premières années.

L'importance pratique du problème dépendra de l'évolution à long terme de l'expérience ; s'agit-il d'une déficience permanente liée à la faiblesse des disponibilités en soufre ou plutôt d'une déficience passagère provoquée par des facteurs temporaires comme la jeunesse des plants ou encore les transformations du sol par suite de la mise en culture.

Les données actuellement disponibles sont en faveur de la seconde hypothèse ; en effet le supplément de production diminue de la 3<sup>e</sup> à la 4<sup>e</sup> campagne et pourrait ainsi disparaître à la 5<sup>e</sup> (1971/72). Les teneurs en soufre des feuilles dans le témoin passent de 0,165 en 1966 (2 ans) à 0,230 p. 100 en 1970 (6 ans) comme si la déficience se corrigeait naturellement avec l'âge. L'effet de l'engrais sur la teneur en soufre s'atténue d'ailleurs progressivement pour disparaître en 1970.

La troisième campagne de production (1969/70) qui concrétise pour la première fois l'action du soufre sur la production apparaît déjà comme une simple conséquence de l'effet initial sur la croissance. En effet, la liaison entre les productions parcellaires et les teneurs en soufre correspondantes existe encore ( $r = 0,52^{**}$ ), mais elle est moins significative que la liaison entre production et croissance au jeune âge ( $r = 0,83^{***}$  pour la longueur de la feuille 4 en juin 1968 par exemple, fig. 1). Il est utile de faire remarquer à ce propos que l'effet sur la production en kg de régimes provient essentiellement d'un effet sur le poids moyen du régime qui est évidemment fonction directe du développement végétatif de la plante.

### 3. Discussion of results.

Perhaps the effect of sulphur is not appreciated at its true value in this experiment, which confounds its action with a possible depressive effect of magnesium ; nevertheless it is sufficiently clear to justify the advantage of sulphur manuring in conditions similar to those of the trial.

A general conclusion can already be drawn for the whole of the plantations lying on the former savannah at Dabou, although the latest control leaf analyses did not enable the existence of this deficiency to be suspected. It is true that these crops received magnesium sulfate during their first two years.

The practical importance of the problem depends on the long-term evolution of the experiment : is this a permanent deficiency linked to the modesty of the amounts of sulphur available, or rather a passing deficiency provoked by temporary factors such as the youth of the plants or else the transformation of the soil as a result of tilling.

The data at present available support the second hypothesis ; indeed, the supplement of yield diminishes from the 3rd to the 4th harvesting year, and might thus disappear by the 5th (1971/72). The sulphur levels in the fronds of the control rise from 0.165 p. 100 in 1966 (2 years) to 0.230 p. 100 in 1970 (6 years), as if the deficiency corrected itself naturally with age. Moreover, the effect of the fertilizer on the sulphur level lessens progressively, to disappear in 1970.

The third harvesting season (1969/70), during which the action of sulphur on yield becomes concrete for the first time, already appears to be the simple consequence of the initial effect on growth. In effect, the link between the plot yields and the corresponding sulphur levels still exists ( $r = 0.52^{**}$ ), but it is less significant than the relationship between yield and growth in the early years ( $r = 0.83^{***}$  for the length of frond 4 in June 1968, for example, fig. 1). It is worth noting in this connection that the effect on the yield in kg/bunches comes mainly from an effect on the mean bunch weight, which is obviously directly in function of the vegetative development of the tree.

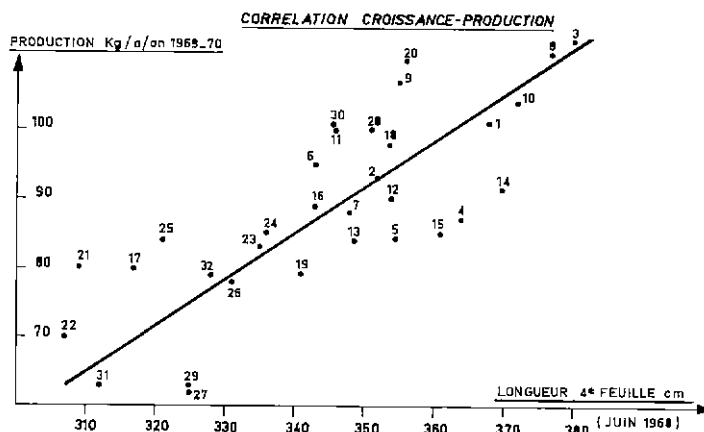


FIG. 1

#### 4. Conclusions.

Les résultats disponibles à ce jour permettent de conclure à un effet caractérisé du soufre sur la croissance au jeune âge et par suite sur la production des premières années de récolte. Le niveau critique des teneurs en soufre de la feuille serait compris entre 0,200 et 0,230 p. 100 P. S. La correction naturelle de la déficience pendant les 3 ou 4 premières années de culture peut s'interpréter comme une amélioration progressive des disponibilités en soufre grâce à la mise en culture d'un sol de savane pauvre en soufre assimilable ou, au contraire, comme un délai nécessaire à la normalisation d'un bilan perturbé par les travaux de préparation du sol (nombreux labours et pulvérisages successifs). La première hypothèse s'accorderait avec les observations de DOMMERGUES qui attribuait la sévérité de la déficience en soufre sur première culture d'arachide après jachère à la latence de minéralisation du soufre organique surtout dans les sols hydromorphes. Mais les sols de Dabou sont très bien aérés et la minéralisation devrait être encore accélérée par les travaux culturaux d'extirpation de l'*Imperata*.

## II. COCOTIER

### 1. Détection de la carence.

Une déficience en soufre est apparue à Madagascar en 1970 à la suite des premières plantations d'un programme de développement portant sur 4 000 ha dans la région de Sambava (Côte Nord-Est). Il s'agit à nouveau d'une savane sur sables faiblement argileux avec travail intensif du sol pour détruire l'*Imperata* avant plantation. Les jeunes plants mis en place en avril 1970 jaunissent et reprennent difficilement sans inquiéter outre mesure puisqu'ils traversent la période relativement froide qui s'étend de juillet à septembre. Mais la situation ne s'améliore pas en fin d'année, bien au contraire : la croissance s'arrête presque totalement, la longueur des quelques rares feuilles émises depuis la plantation est la moitié de celle des feuilles déjà présentes en pépinière avec une pennation anormalement précoce. La couleur s'étage du jaune pâle au rouge bronze vif et l'extrémité devient grise, nécrosée et recourbée en crosse. Cette nécrose s'étend rapidement à l'ensemble de la feuille qui se dessèche entièrement.

#### 4. Conclusions.

The results now available enable it to be concluded that sulphur has a characterized effect on growth in the early years and later on the yield of the first years of harvesting. The critical level for the sulphur content of the frond would be between 0,200 and 0,230 p. 100 of dry weight. The natural correction of the deficiency during the first 3 or 4 years of growing can be interpreted as a progressive improvement in the sulphur availability thanks to the tilling of a savannah soil poor in assimilable sulphur or, on the contrary, as the period of time required for the return to normal of a balance disturbed by the land preparation work (numerous ploughings and harrowings in succession). The first hypothesis would agree with the observations of DOMMERGUES, who attributed the severity of the sulphur deficiency in the first crop of groundnuts after fallow to the latency of the mineralization of organic sulphur, particularly in waterlogged soils. But the Dabou soils are very well aired, and mineralization should be even further accelerated by the work done to eliminate *Imperata*.

## II. COCONUT

### 1. Detection of the deficiency.

A sulphur deficiency appeared in Madagascar following the first plantations of a development programme covering 4,000 hectares in the SAMBAVA (N. E. Coast) region. Once again this was a savannah on sands with a low clay content, with intensive tilling of the soil to destroy *Imperata* before planting. The young palms, field planted in April 1970, yellowed and had difficulty in taking root, although this was not too disturbing since they were going through the relatively cold period from July to September. However, the situation did not improve by the end of the year : on the contrary, growth stopped almost completely, the length of the rare leaves emitted since field planting was half that of the leaves already present in the nursery, with abnormally early separation of the leaflets. The colour ranged from pale yellow to bright red-bronze, and the tips became grey, necrosed and curled. The necrosis rapidly spread to the whole of the leaf, which dried out completely.

Les prélèvements de diagnostic foliaire par couple jaune-vert donnent en moyenne les résultats présentés dans le tableau IV et attirent particulièrement l'attention sur la nutrition en N, Ca et S avec une mention pour les teneurs en manganèse qui, bien que très élevées en valeur absolue, sont encore plus élevées dans les cocotiers sains.

The analyses of leaf samples by yellow/green pairs gave the average results presented in table IV, and draw particular attention to the N, Ca and S nutrition, with a sideglance for the manganese levels which, although very high in absolute value, are even higher in healthy coconuts.

TABLEAU IV — TABLE IV  
Diagnostic foliaire (feuilles n° 1 ou 2). — Résultats moyens obtenus avec 5 couples de comparaison  
Leaf analysis (frond 1 or 2). — Mean results obtained with 5 compared pairs

p. 100 M. S. — p. 100 dry matter								
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	S
Cocotiers jaunes Yellow coconuts	1,27	0,098	2,697	0,186	0,211	0,078	1,427	0,088
Cocotiers verts Green coconuts	<b>1,45</b>	0,098	2,239	<b>0,231</b>	0,208	0,076	1,036	<b>0,131</b>
p. p. m. M. S. — p. p. m. dry matter								
	Mo	B	Mn	Fe	Cu	Zn		
Cocotiers jaunes Yellow coconuts	0,07	7	698	49	2,2	23		
Cocotiers verts Green coconuts	0,07	7	922	61	3,1	22		

Devant l'urgence et la gravité du problème, un grand nombre d'expériences simples sont mises en place fin 1970 et permettent d'obtenir un reverdissement rapide et spectaculaire avec le sulfate d'ammoniaque qui semble agir à la fois par le soufre et l'azote (Tabl. V).

In face of the urgency and gravity of the problem, a large number of simple experiments were set up at the end of 1970, and a rapid and spectacular return to a green colour was obtained with ammonium sulfate, which seemed to act both through its sulphur and its nitrogen (Table V).

TABLEAU V — TABLE V  
Diagnostic foliaire (feuille n° 2) du 17/1/71  
Leaf analysis (frond 2) of 17 th. January 1971

	N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Cl
Témoin sans fumure Control without fertilizer	1,20	0,074	2,053	0,164	0,184	0,146	0,085	0,929
1 kg de $SO_4(NH_4)_2$ par pied en Déc. 1970 1 kg of $SO_4(NH_4)_2$ per plant in Dec. 1970	<b>2,02</b>	0,095	1,714	0,164	0,207	0,127	<b>0,163</b>	0,818

L'urée et le soufre en fleur, soit N et S apportés séparément, n'ont qu'une action limitée.

Urea and flowers of sulphur, i. e. N and S applied separately, have only a limited action.

Ces résultats sont immédiatement mis en pratique par l'épandage industriel d'une fumure à base de sulfate d'ammoniaque et de phosphate bicalcique sur les 1 300 ha du programme qui reverdisent à leur tour et reprennent très rapidement une croissance normale. Les teneurs en soufre s'élèvent simultanément pour atteindre le niveau de 0,220 p. 100.

These results were immediately put into practice by the large-scale spreading of a manure with an ammonium sulfate and bicalcic phosphate basis over the 1,300 hectares of the project, which in turn became green again and rapidly resumed normal growth. The sulphur levels rose simultaneously to reach 0.220 p. 100.

Des expériences factorielles sont ensuite programmées pour éclaircir les différents problèmes, surtout en ce qui concerne le synergisme N-S et la recherche d'un équilibre optimal entre ces deux éléments qui paraissent essentiels non seulement à la croissance mais même à la survie du jeune cocotier.

Factorial experiments were then programmed to throw light on different problems, particularly concerning the N-S synergism and the search for an optimum balance between the two elements, which appear to be essential not only for growth but for the very survival of the young coconut.

## 2. Discussion.

Il existe une analogie intéressante entre les conditions qui ont permis l'apparition de la déficience en Côte-d'Ivoire sur palmier et à Madagascar sur cocotier. Dans les deux cas, il s'agissait d'une savane à *Imperata*, préparée selon la technique désormais classique de labours et pulvérisages destinés à détruire l'*Imperata* par épuisement des rhizomes.

À Madagascar, pourtant, la déficience semble plus intense si on juge sur la base des symptômes d'une exceptionnelle gravité. Des jaunissements sont apparus également sur le programme de plantation 1971 créé au contraire sur forêt côtière mais l'intervention immédiate avec le sulfate d'ammoniaque n'a pas permis d'acquiescer une certitude sur la similitude des symptômes. On est donc tenté de voir dans la déficience de Madagascar une conséquence directe de la pauvreté des sols alors qu'en Côte-d'Ivoire il s'agirait plutôt d'une déficience passagère liée aux conditions temporaires induites par la mise en culture, conditions qui pourraient d'ailleurs avoir une influence aggravante dans le premier cas. Les premières analyses de sol ne sont guère explicites : on trouve à Sambava autant de soufre soluble et de soufre organique que dans les sols de la station de Port-Bouet (Côte-d'Ivoire) prise à titre de référence (soufre soluble : 4 p. p. m., soufre organique 70 p. p. m.).

\* \* \*

Les déficiences en soufre décelées récemment sur palmier à huile en Côte-d'Ivoire et sur cocotier à Madagascar attirent à nouveau l'attention sur cet élément qui ne semblait pas encore intervenir fréquemment dans la fertilisation des oléagineux pérennes à l'exception du cocotier en Nouvelle-Guinée [SOUTHERN]. Il est encore impossible d'estimer l'importance pratique de cette intervention qui pourrait se limiter au jeune âge et ne s'appliquer qu'à des surfaces limitées. Pourtant le soufre, s'il est généralement présent en quantité notable dans les sols sous forme organique, s'expose particulièrement au lessivage lors de sa minéralisation en sulfate dans les zones tropicales humides ; la restitution naturelle par les apports occultes est encore mal connue mais on admet généralement qu'elle est insuffisante pour compenser les pertes et les exportations. Il n'est donc pas étonnant de voir apparaître des déficiences en soufre et d'avoir à utiliser cet élément dans les fumures. Compte tenu des récents travaux sur le chlore (1970), il semble que la nutrition anionique prenne un nouvel intérêt et qu'il faille attacher de plus en plus d'importance au radical sulfate ou chlorure des sels utilisés comme engrais.

## 2. Discussion.

*There is an interesting analogy between the conditions which led to the appearance of the deficiency in the Ivory Coast on oil palm and in Madagascar on coconut. In both cases, an Imperata savannah is concerned, prepared in accordance with the now standard methods of ploughings and harrowings intended to destroy Imperata by exhaustion of the rhizomes.*

*In Madagascar, nevertheless, the deficiency seems more severe, judging by exceptionally grave symptoms. Yellowing also appeared in the 1971 planting programme, implanted, on the contrary, on coastal forest, but because ammonium sulfate was brought to the rescue immediately it was not possible to be certain about the similarity of the symptoms. It is therefore tempting to see the Madagascar deficiency as a direct consequence of the poverty of the soils, whereas in the Ivory Coast it is rather a passing deficiency connected with temporary conditions created by the start of cultivation, conditions which could, moreover, worsen the situation in the first case. The first soil analyses are not very explicit : as much soluble sulphur and organic sulphur are found at Sambava as in the soils of the Station at Port Bouet (Ivory Coast) taken as a reference (soluble sulphur : 4 ppm, organic sulphur : 70 ppm).*

\* \* \*

*The sulphur deficiencies recently discovered on oil palm in the Ivory Coast and coconut in Madagascar draw attention once again to this element, which did not often seem to enter into the fertilization of perennial oil plants except for the coconut in New Guinea [SOUTHERN]. It is still impossible to judge the importance of its intervention, which could be limited to the early years and apply to small areas only. Nevertheless, sulphur, whilst it is generally present in sizeable quantities in the soils in its organic form, is particularly exposed to leaching during its mineralization into sulfate in the humid tropics ; little is yet known about its natural restitution through invisible deposits, but it is generally admitted that it is insufficient to compensate losses and exportations. It is not surprising, therefore, to see sulphur deficiencies appearing and to have to use this element in manurings. Given the recent research on chlorine (1970), it would seem that anionic nutrition takes on a new interest, and that more and more importance should be attached to the sulfate or chloride radicals of the salts used as fertilizers.*

## RÉFÉRENCES

- COLLOQUE SOUFRE. Versailles, 1970. — Exportations et besoins en soufre des diverses cultures tropicales (note présentée par MARTIN-PREVEL P.). Les carences en soufre chez certaines cultures tropicales (note présentée par RICHARD L.).  
 OLLAGNIER M. et OCHS R., 1971. — Le chlore, nouvel élément essentiel dans la nutrition du palmier à huile. *Oléagineux*, 26, 1, p. 1-15.  
 OLLAGNIER M. et PREVOT P. — L'alimentation en soufre de l'arachide au Sénégal. *Oléagineux*, 12, 8/9, p. 539-545.  
 SOUTHERN P. J. — Sulphur deficiency in coconuts. In : Coconut Research in the South Pacific. I. R. H. O.-S. P. C., 1969 ; repris dans *Oléagineux*, 1969, 24, 4, p. 211-220.

## RÉSUMÉS

**La mécanisation de l'agriculture. Le 43<sup>e</sup> Salon international du machinisme agricole.**G. MARTIN, *Oléagineux*, 1972, t. 27, N° 4, p. 187-191.

La modernisation constante de l'agriculture, l'application pratique de techniques agronomiques plus élaborées et la pression de certains besoins alimentaires font que la spécialisation des matériels agricoles est un fait accompli. A ce titre, les innovations sont nombreuses. Parmi les plus remarquables, il faut retenir l'emploi accru de la prise de force des tracteurs et l'extension des appareils pneumatiques. Sur les 10 000 machines exposées, très peu d'entre elles présentent de l'intérêt pour les cultures tropicales, notamment pour les cultures oléagineuses. Généralement conçus pour les grandes exploitations mécanisées de haute technicité, la diffusion de ces équipements coûteux et complexes au niveau de l'économie rurale des agriculteurs du Tiers Monde reste toujours difficilement envisageable.

**Mots clés :** Modernisation agriculture, Mécanisation, Oléagineux tropicaux.

**Les déficiences en soufre du palmier à huile et du cocotier.**M. OLLAGNIER et R. OCHS, *Oléagineux*, 1972, t. 27, n° 4, p. 193-198.

Deux nouvelles déficiences en soufre ont été décelées récemment sur palmier à huile en Côte-d'Ivoire et sur cocotier à Madagascar. Sur palmier à huile, la correction de cette déficience améliore la croissance et les premières productions. Sur cocotier, la déficience est si grave qu'elle compromet la survie des jeunes plantations. Dans les deux situations, les arbres ont été plantés sur savane après destruction mécanique de l'*Imperata*.

Il est encore trop tôt pour savoir s'il s'agit d'une déficience permanente liée à la pauvreté du sol ou d'une situation passagère créée par les travaux de mise en culture. Le niveau critique des teneurs en soufre dans la feuille est compris entre 0,200 et 0,230 p. 100 MS. Compte tenu des récents travaux sur le chlore, il semble que la nutrition anionique prenne un nouvel intérêt et qu'il faille attacher de plus en plus d'importance au radical sulfate ou chlorure des sels utilisés comme engrais.

**Mots clés :** Palmier à huile, Cocotier, Déficience en soufre, Symptômes, Diagnostic foliaire, Sol de savane.

**Les recherches sur le cocotier à la Jamaïque (10<sup>e</sup> Rapport Annuel Coconut Industry Board).**D. H. ROMNEY, *Oléagineux*, 1972, t. 27, N° 4, p. 199-202.

Le Département des Recherches travaille actuellement sur deux aspects principaux de la culture du cocotier à la Jamaïque :

— Le développement de techniques culturales plus efficaces au nombre desquelles la densité de plantation apparaît comme un facteur important de précocité et de hauts rendements à l'unité de surface. L'association du cocotier avec des cultures intercalaires, notamment bananiers et pâturages, est aussi à l'étude.

— L'amélioration des rendements par la sélection et le choix des semences, en mettant plus spécialement l'accent sur la résistance au Jaunissement mortel. Le Nain Malais présente une résistance très supérieure à celle de toutes les autres variétés introduites. Des indices permettent d'espérer, dès maintenant, un bon comportement face à la maladie des hybrides Nains Malais x Grands de la Jamaïque. A ce jour, les recherches menées sur les causes du Jaunissement mortel prouvent qu'il est transmis par un vecteur empruntant la voie des airs et non le sol.

Etant donné la fréquence des ouragans, une attention particulière est accordée à l'accroissement de la précocité de production et de la résistance au vent de plantation.

**Mots clés :** Cocotier, Sélection, Variétés, Résistance Jaunissement mortel, Résistance au vent, Cultures intercalaires, Densité de plantation.

**Efficacité de différentes formes physiques du chélate, Sequestrene 138, dans la correction d'une chlorose due à une carence en fer chez l'arachide.**D. LACHOVER et A. EBERCON, *Oléagineux*, 1972, t. 27, N° 4, p. 205-209.

Une étude de l'efficacité agronomique relative, chez l'arachide, de 4 chélates de fer à base de FeDDHA (Sequestrene

138) pour la correction de la chlorose due à une carence en fer a été conduite dans de grands récipients, en utilisant deux types de sols de textures et de teneurs en calcaire différentes. Une attention particulière a été portée à l'enrobage des graines et à la forme granulée.

Les plants d'arachide cultivés sans engrais contenant du fer ont été très sévèrement affectés : ils présentaient un développement graduel de symptômes typiques de chlorose, une croissance ralentie et des rendements très bas en gousses et en fanes. L'importance du Sequestrene 138 en poudre dans l'enrobage des graines est discutée.

Les résultats laissent prévoir la possibilité économique de cultiver des arachides dans des terres calcaires quel que soit le type de chélate employé. Cependant le type de sol à teneur plus faible en CO<sub>2</sub>Ca donne une réponse au fer relativement supérieure à celle obtenue avec une quantité équivalente du même chélate sur un sol à teneur plus élevée en calcaire.

Agronomiquement, le Sequestrene en granulés épandu à la volée pendant la croissance et légèrement enfoui a une action équivalente à celle des poudres et produits mouillables dissous et injectés dans le sol. Il semble toutefois avoir des avantages technologiques comme source de fer pour l'arachide car a) non hygroscopique, il convient parfaitement pour être mélangé à des engrais, b) il peut être appliqué à la volée à un moment quelconque de la période de croissance, c) son emploi est économique car il ne nécessite pas d'équipement d'injection coûteux.

**Mots clés :** Arachide, Chlorose, Carence en fer, Sol calcaire.

**Analyse de certaines huiles de foie de poisson de la Mer Rouge (2<sup>e</sup> partie).**M. M. AMER, A. K. S. AHMAD et B. A. EL-ZEANY, *Oléagineux*, 1972, t. 27, N° 4, p. 211-213 (1<sup>re</sup> partie, voir *Oléagineux*, N° 3, p. 153-155).

Les constantes physiques et chimiques, les acides gras et les compositions des constituants non triglycéridiques des huiles de foie de *Carcharhinus melanopterus*, *Carcharhinus menisorrh*, *Scoliodon palasorrh* et *Aelobatus narinari*, qui vivent dans la Mer Rouge près de Hurgada, sont étudiées. Ces huiles semblent appartenir au quatrième groupe d'huiles de foie de poissons Elasmobranches caractérisées par une teneur assez élevée en acides gras saturés et une faible proportion d'insaponifiable.

**Mots clés :** Analyse huiles de foie requins et raies, Acides gras, Cholestérol, Squalène, Ethers glycéridiques, Vitamines A et D.

**Traitement et évacuation des eaux résiduaires d'une huilerie de palme.**J. J. OLIE et T. D. TJENG, *Oléagineux*, 1972, t. 27, N° 4, p. 215-218.

La nature et les quantités d'eaux résiduaires qui seront produites, dans un proche avenir, par les huileries de palme en Malaisie et les problèmes d'évacuation sont examinés. Les méthodes classiques de traitement et d'évacuation des eaux usées et leur application aux eaux résiduaires d'huilerie sont passées en revue. Pour les huileries situées près du littoral, le déversement de ces eaux directement dans la mer pourrait offrir une solution peu coûteuse. Quand des terrains convenables d'une très bonne perméabilité et d'un prix relativement bas sont disponibles à proximité des huileries, les eaux résiduaires pourront être traitées par filtration par le sol, c'est-à-dire déchargées sur des champs d'épandage. Une solution possible au problème de l'évacuation des eaux usées applicable à la majorité des huileries est exposée : elle comprend l'assèchement des résidus liquides par évaporation dans des champs d'assèchement, avec séchage ultérieur dans un séchoir rotatif. Dans l'état actuel de nos connaissances, d'autres méthodes de traitement et d'évacuation, tels les traitements biologiques aérobie et/ou anaérobie, ou l'assèchement des boîtes par filtration sous vide ou centrifugation sont à déconseiller pour des raisons économiques.

**Mots clés :** Huilerie de palme, Eaux usées, Analyse, Evacuation, Evaporation, Centrifugation, Traitement biologique.

## SUMMARIES

### The Mechanisation of Agriculture : 43rd International Agricultural Machinery Show.

G. MARTIN, *Oléagineux*, 1972, v. 27, N° 4, p. 187-191.

The continuous modernisation of agriculture, the practical application of more elaborate agricultural techniques and the pressure of certain food requirements have all brought about the specialisation of farming equipment. On this score, there are many innovations : amongst the most outstanding, the increased use of tractor power and the extension of pneumatic equipment are note-worthy. Of the 10 000 machines shown very few are of interest for tropical crops, in particular for oil-plants. Designed in general for large, highly-mechanised exploitations, the entry of these costly and complicated machines into the rural economy of Third World farmers is still very difficult to envisage.

### Sulphur deficiencies in the oil palm and coconut.

M. OLLAGNIER and R. OCHS, *Oléagineux*, 1972, v. 27, N° 4, p. 193-198.

Two new sulphur deficiencies have been found recently on oil palm in the Ivory Coast and on coconut in Madagascar. In the oil palm the correction of this deficiency improves growth and the early yields. In the coconut the deficiency is so serious that it compromises the survival of the young plantations. In both situations, the trees were planted on savannah after mechanical destruction of *Imperata*.

It is still too early to know whether it is a permanent deficiency related to the poverty of the soil or a passing situation created by tillage preparatory to the planting of the crop. The critical level for leaf sulphur levels lies between 0.200 and 0.230 p. 100 MS. In view of recent research work on chlorine, it seems that anionic nutrition takes on a new interest and that more and more importance should be attached to the sulphate or chloride radical of the salts used as fertilizer.

### Coconut Research in Jamaica (10th Annual Report of the Coconut Industry Board).

D. H. ROMNEY, *Oléagineux*, 1972, v. 27, N° 4, p. 199-202.

The Research Department is currently working on two main aspects of coconut growing in Jamaica :

— The development of more effective agricultural methods, amongst them planting density, appears to be an important element in precocity and high yields per acre. The interplanting of coconut, in particular with banana and pasture, is also being studied.

— The improvement of yield by selection and choice of seed, with particular stress being placed on resistance to Lethal Yellowing. The Malayan Dwarf has a very much greater resistance than all the other introduced varieties. From certain indications there is already hope that Malayan Dwarf x Jamaican Tall hybrids will perform well in the face of the disease. At present, research into the causes of Lethal Yellowing prove that the vector is air-borne and not transmitted through the soil.

In view of the frequency of hurricanes, particular attention is being paid to increasing yield precocity and wind resistance.

### The suitability of different physical forms of the chelate Sequestrene 138 for correcting iron-induced chlorosis in peanuts.

D. LACHOVER and A. EBERCON, *Oléagineux*, 1972, v. 27, N° 4, p. 205-209.

A study of the relative agronomic effectiveness of four physically different iron chelates based on FeEDDHA (Sequestrene

138) for correcting iron-induced chlorosis in peanuts was investigated, with large containers, using two types of soil varying in texture and lime content. Special attention was paid to seed blending and the pelleted form of the iron chelate.

Peanuts grown without iron amendment were severely affected, as shown by gradual development of typical chlorosis patterns, stunted growth and very low yields of pods and hay. The importance of Sequestrene 138 powder in dusting of seeds is discussed.

The results indicate the possibility of growing peanuts economically in calcareous soils regardless of the type of chelate used. However, the soil type with a lower level of CaCO<sub>3</sub> gave a relatively higher response to iron, than the same chelate given in equivalent amounts to the soil type with a higher level of lime.

Agronomically, pelleted Sequestrene 138 broadcast and slightly cultivated equals powders or flowable products dissolved and injected into the soil, as top-dressing during growth.

Although pelleted Sequestrene 138, broadcast, was not superior under the experimental conditions to other forms of dressing given by injection, it seems it has some technological advantages in supplying iron to the peanut crop, in particular : (a) since it is not hygroscopic, it is ideal for mixing with fertilizers ; (b) it is suitable for broadcast application at any time during the growth period ; (c) its use leads to greater economy since costly injector equipment is not required.

### Analysis of some Red Sea fish liver oils (2nd part).

M. M. AMER, A. K. S. AHMAD and B. A. EL-ZEANY, *Oléagineux*, 1972, t. 27, N° 4, p. 211-213. (1st part, see *Oléagineux*, N° 3, p. 153-155).

The physical and chemical constants, the fatty acids and the non-triglyceride compositions of the liver oils of *Carcharhinus melanopterus*, *Carcharhinus menisorrhah*, *Scoliodon palasorrhah* and *Aetobatus narinari*, inhabiting the Red Sea near Hurgada, are studied. The oils appear to belong to the fourth group of Elasmobranch fish liver oils as characterised by a rather high saturated acid content and low unsaponifiable matter.

### Some notes on the treatment and disposal of palm oil mill effluent.

J. J. OLIE and T. D. TJENG, *Oléagineux*, 1972, v. 27, N° 4, p. 215-218.

The nature and quantities of palm oil mill effluent to be expected in the near future in Malaysia and the magnitude of its disposal problems are reviewed.

The usual methods of waste water treatment and disposal, and their applicability to palm oil mill effluent are discussed. For palm oil mills located near the coast, direct discharge of untreated effluent into the sea could be an economical method of disposal.

Where suitable land of very good permeability and at relatively low land costs is available in the neighbourhood of the palm oil mill, its effluent could be disposed of by the soil filtration method, i. e. discharging it into settling fields.

For the majority of palm oil mills, a possible solution to the effluent disposal problem is described, i. e. dewatering the effluent by evaporation in an evaporation pond and subsequently drying it in a rotary dryer.

At the present stage of our knowledge, other treatment and disposal methods, such as aerobic and/or anaerobic biological treatment or sludge dewatering by vacuum filtration or centrifugation are not to be recommended, for economical reasons.



## RESUMENES

**La mecanización de la agricultura. La 43ª Exposición internacional de la maquinaria agrícola.**

G. MARTIN, *Oléagineux*, 1972, t. 27, N° 4, p. 187-191.

La modernización constante de la agricultura, la aplicación práctica de técnicas agronómicas más elaboradas y la presión de ciertas necesidades alimenticias hacen de la especialización de las máquinas agrícolas un hecho cumplido. A este título, numerosas son las novedades. Entre las más notables, hay que recordar el empleo acrecentado de la toma de fuerza de los tractores y la extensión de los aperos neumáticos. De las 10 000 máquinas expuestas, muy pocas presentan interés para los cultivos tropicales, particularmente las plantas oleaginosas. Generalmente concebidos para las grandes explotaciones mecanizadas de técnica elevada, la difusión de estos equipos costosos y complejos al nivel de la economía rural de los agricultores de los países en vía de desarrollo, queda siempre difícil de pensar.

**Las deficiencias en azufre de la palma africana y del cocotero.**

M. OLLAGNIER y R. OCHS, *Oléagineux*, 1972, t. 27, N° 4, p. 193-198.

Dos nuevas deficiencias en azufre fueron recientemente descubiertas sobre palma africana en Costa de Marfil y sobre cocotero en Madagascar. En palma africana, la corrección de tal deficiencia mejora el crecimiento y las primeras producciones. En cocotero, la deficiencia es tan grave que compromete la supervivencia de las jóvenes plantaciones. En ambas situaciones, los árboles fueron plantados en sabana después de la destrucción mecánica del *Imperata*.

Todavía es demasiado temprano para saber si se trata de una deficiencia permanente relacionada con la pobreza del suelo o de una situación momentánea creada por los trabajos de inicio de cultivo. El nivel crítico de los contenidos en azufre en la hoja está comprendido entre el 0,200 y 0,230 p. 100 MS. Teniendo en cuenta los recientes trabajos sobre el cloro, parece que la nutrición aniónica tome nuevo interés y que sea necesario dar cada vez más importancia al radical sulfato o cloruro de los sales utilizados como abonos.

**Las investigaciones sobre el cocotero en Jamaica (10º Informe Anual Coconut Industry Board).**

D. H. ROMNEY, *Oléagineux*, 1972, t. 27, N° 4, p. 199-202.

El Departamento de Investigaciones está trabajando sobre dos aspectos principales del cultivo del cocotero en Jamaica :

— El desarrollo de técnicas de cultivo más eficaces, entre las cuales la densidad de plantación, aparece como un factor importante de precocidad y altos rendimientos por unidad de superficie. Se está también estudiando la asociación del cocotero con cultivos intercalados, particularmente bananos y pastos.

— El mejoramiento de los rendimientos por la selección y la escogida de las semillas, insistiendo especialmente sobre la resistencia al Amarilleo mortal. El Enano malayo presenta una resistencia muy superior a la de todas las otras variedades introducidas. Ciertos índices permiten esperar, desde ahora, un buen comportamiento frente a la enfermedad de los híbridos Enanos Malayos × Grandes de Jamaica. Hasta la fecha, las investigaciones desarrolladas sobre las causas del Amarilleo mortal demuestran que se transmite por un vector que sigue la vía aérea y no el suelo.

Teniendo en cuenta la frecuencia de las tormentas, una atención particular está dada al incremento de la precocidad de producción y de la resistencia al viento.

**Eficiencia de varias formas físicas del quelato, Sequestrene 138, en la corrección de una clorosis debida a una carencia férrica en mani.**

D. LACHOVER y A. EBERCON, *Oléagineux*, 1972, t. 27, N° 4, p. 205-209.

Un estudio de la eficiencia agronómica relativa en mani de 4 formas de quelato de hierro a base de FeEDDHA (Seques-

trene 138) para corrección de la clorosis debida a una carencia férrica, fue llevado en grandes recipientes, utilizando 2 tipos de suelos de texturas y contenidos en calcáreo diferentes. Una atención particular fue prestada al revestimiento de las semillas y a la forma granulada.

Las plantas de mani cultivadas sin abono con hierro, fueron seriamente afectadas : presentaban un desarrollo gradual de síntomas típicos de clorosis, un crecimiento tardío y rendimientos muy bajos en vainas y pajas. Se discute la importancia del Sequestrene 138 en polvo en el revestimiento de las semillas.

Los resultados dejan prever la posibilidad económica de cultivar maníes en tierras calcáreas, cualquier que sea el tipo de quelato empleado. Sin embargo, el tipo de suelo de contenido más débil en  $CO_3Ca$  da una respuesta al hierro relativamente superior a la que se obtenga con una cantidad equivalente del mismo quelato en un suelo de contenido en calcáreo más elevado.

Agronómicamente, el Sequestrene 138 en pastillas, esparcido a voleo durante el crecimiento y levemente enterrado, tiene una eficiencia equivalente a la de los polvos y productos humectantes disueltos e inyectados en el suelo. Pero parece tener ventajas tecnológicas como fuente de hierro para el mani porque : a) no higroscópico, conviene perfectamente en mezclarse con abonos, b) puede aplicarse a voleo en cualquier momento del periodo de crecimiento, c) su empleo resulta económico pues no necesita equipo de inyección costoso.

**Análisis de ciertos aceites de hígado de pescado del Mar Rojo (2ª parte).**

M. M. AMER, A. K. S. AHMAD y B. A. EL-ZEANY, *Oléagineux*, 1972, t. 27, N° 4, p. 211-213. (1ª parte, ver *Oléagineux*, N° 3, p. 153-155).

Se estudian las constantes físicas y químicas, los ácidos grasos y las composiciones no-triglicéridicas de los aceites de hígado de *Carcharhinus melanopterus*, *Carcharhinus menisorrah*, *Scotiodon palasorrah* y *Aetobatus narinari*, que viven en el Mar Rojo cerca de Hurgada. Los aceites parecen pertenecer al cuarto grupo de aceites de hígado de pescados « Elasmobranchias » caracterizados por un contenido bastante elevado en ácidos grasos saturados y poco insaponificable.

**Tratamiento y evacuación de las aguas residuales de una planta extractora de aceite de palma.**

J. J. OLIE y T. D. TJENG, *Oléagineux*, 1972, t. 27, N° 4, p. 215-218.

Se examinan la clase y las cantidades de aguas residuales que serán producidas en un porvenir próximo, por las plantas extractoras de aceite de palma en Malasia, así como los problemas de evacuación. Se estudian los métodos clásicos de tratamiento y evacuación de las aguas usadas y su aplicación a las aguas residuales de planta extractora de aceite. Para las plantas ubicadas cerca del litoral, el desagüe de estas aguas directamente en el mar podría ofrecer una solución barata. Cuando se puede disponer cerca de las fábricas, de terrenos convenientes de permeabilidad muy buena y de precio relativamente bajo, las aguas residuales podrán ser tratadas por filtración por el suelo, es decir descargadas en campos de distribución. Se expone una solución posible para el problema de la evacuación de las aguas usadas, aplicable a la mayoría de las plantas extractoras : comprende la desecación de los residuos líquidos por evaporación en campos de desecación, con secado ulterior en un desecador rotativo. En el estado actual de nuestros conocimientos, están desaconsejados, por razones económicas, otros métodos de tratamiento y evacuación, tales como los tratamientos biológicos aerobios y/o anaerobios, o la desecación de los lodos por filtración en vacío o centrifugación.