

GLUCIDES ET ÉLÉMENTS MINÉRAUX CHEZ LE PALMIER A HUILE (*Elaeis Guineensis* Jacq.)

par Mlles Danielle SCHEIDECKER
Marie-Madeleine CHOLLET et Madeleine BOULOUX

RÉSUMÉ

Ce travail a pour but de jeter quelque lumière sur le métabolisme glucidique du palmier à huile, en relation avec sa composition minérale et sa production d'huile.

La quantité des glucides accumulés, la diversité des polyoses de réserve, des termes de passage et des oses métabolites font de l'*Elaeis* un sujet remarquable pour une étude précise de la lipogenèse.

INTRODUCTION

L'une d'entre nous ayant déjà étudié la nutrition minérale et la teneur en sucres des feuilles de l'*Elaeis*, nous avons cherché à en mieux connaître le chimisme en déterminant, pour l'ensemble de la plante, les teneurs en éléments minéraux et en glucides des différents organes et la nature de ces glucides. Nous essayons de donner une interprétation physiologique de ces données.

Les travaux faits jusqu'à présent sur les glucides des palmiers ne concernent guère que la composition de certains produits de consommation (dattes, graines d'*Areca Catechu* L., *Borassus flabelliformis* L., etc.). Le point de vue du métabolisme et de l'ensemble de la plante ne paraît pas avoir été envisagé. Quant à l'*Elaeis*, son stock glucidique n'a encore — à notre connaissance — fait l'objet d'aucune recherche qualitative. Au point de vue quantitatif, ce qui est connu se réduit à quelques résultats sur la teneur en sucres des feuilles, à laquelle on s'est intéressé surtout en tant que moyen d'appréciation de l'activité photosynthétique (travaux faits dans les stations de recherche de Yangambi et de Pobé).

Au point de vue minéral, R. WILBAUX s'était déjà préoccupé en 1937 de la composition des différentes parties de l'*Elaeis*, en vue de l'estimation de ses besoins en matières nutritives. Depuis,

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 29.712 ex 1

Cote : B

les études entreprises dans ce but sur le palmier à huile ont été conduites, en grande partie, suivant la technique du diagnostic foliaire, utilisée d'abord par CHAPMAN et GRAY, en Malaisie ; puis, par les stations de recherches de l'I.R.H.O. en Afrique (SCHEIDECKER et PRÉVOT, PRÉVOT et OLLAGNIER, etc.) ; enfin, par H. BROESHART. Ces investigations récentes, faites dans un but agronomique précis, ont approfondi tout ce qui a trait à la composition de la feuille et à son évolution, mais ne se sont étendues ni à la composition, ni au métabolisme minéral des autres organes du palmier.

II. — MATÉRIEL ET TECHNIQUES

A. — MATÉRIEL VÉGÉTAL - RÉCOLTE :

Le matériel végétal destiné à ce travail a été récolté du 5 au 11 août 1952, sur la station de l'I.R.H.O. à Pobé (Dahomey). Il provient de 5 *Elaeis* de même âge (14 ans environ), issus d'une autofécondation (variété Tenera $\times$ Tenera) et cultivés dans les mêmes conditions (Parcelle n° 39).

Les échantillons de feuilles ont été prélevés en double, un lot le matin, un lot le soir. Pour tous les autres organes, les récoltes ont été faites le matin. Dans le cas des deux arbres qu'il a fallu abattre et disséquer pour avoir accès à certaines parties de la plante (bourgeons, stipe), l'abatage a eu lieu le matin et les prélèvements ont été faits le plus rapidement possible dans les heures qui ont suivi.

DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS (Fig. 1).

Feuilles (Palmier n° 1) matin et soir, 5 paires de folioles ont été prélevées dans le tiers central du limbe de :

- 1) 5 feuilles jeunes (les cinq premières complètement dépliées).
- 2) 5 feuilles commençant à se détacher du plumet central de la couronne ;
- 3) 5 feuilles adultes et saines (choisies dans la partie moyenne de la couronne et correspondant à celles utilisées pour les tests de diagnostic foliaire) ;
- 4) 5 feuilles âgées (choisies parmi les plus anciennes présentes sur l'arbre, elles commençaient à se dessécher et à être attaquées par les champignons).

(Longueur des feuilles adultes : 5 m environ.)

Seul le tiers central de chaque foliole a été conservé (comme pour les tests de diagnostic foliaire, mais sans suppression des marges). La nervure centrale a été enlevée.

Nervures (Palmier n° 1). — L'échantillon provient des folioles du lot 2).

Racines (Palmier n° 1) :

- 1) de premier ordre — extrémités en voie de croissance, non encore lignifiées, de coloration crème (R I - Pointes).
- 2) de premier ordre — parties lignifiées (R I).
- 3) de second, de troisième ordre et au-dessus (R II-III).

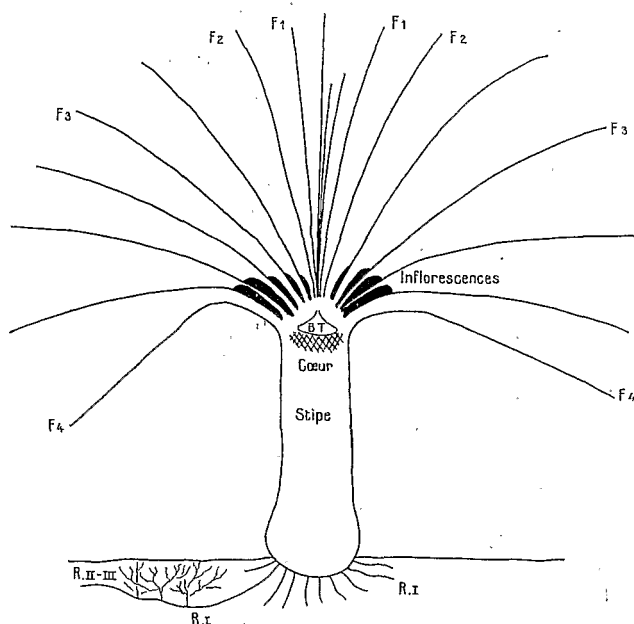


Fig. 1. — Coupe longitudinale schématique d'un Palmier âgé de 15 ans environ. (La numérotation des feuilles et des racines est la même que celle donnée dans le texte aux échantillons correspondants.)

Stipe (Palmier n° 1) :

- 1) Tissus non fibreux pris au sommet du stipe, à 10-20 cm en dessous du bourgeon terminal (« cœur » n° 1).
- 2) Tissus très fibreux pris à 50 cm environ en dessous du bourgeon terminal (il n'a pas été fait de distinction entre vaisseaux, fibres et tissus parenchymateux) (Stipe).

Bourgeon terminal (Palmier n° 1).

Le bourgeon terminal proprement dit a été prélevé avec l'ensemble des premières feuilles en voie de formation (jusqu'à celles ayant une dizaine de cm de haut) et de leurs ébauches du bourgeon axillaire.

Influence mûle.

1) 5 bourgeons mâles de 2 à 5,5 cm de long, entiers, mais dépouillés de leurs spathes (Palmier n° 5).

2) 6 bourgeons mâles de 3 à 15 cm de long, préparés comme précédemment (Palmier n° 1).

3) plusieurs épis entiers, choisis en plusieurs points, tout le long du rachis d'un seul régime, au moment de la déchirure de la première spathe. La seconde spathe est encore fermée. Les épis sont encore uniformément blancs et tendres. Le régime, sans les spathes, mesurait 30 cm de long (Palmier n° 1 - ouverture 1^{re} spathe).

4) plusieurs épis entiers, récoltés de la même manière, sur un seul régime, au moment où les deux spathes sont déchirées et où les toutes premières fleurs commencent à peine à s'ouvrir. L'odeur d'anis caractéristique n'est pas encore perceptible (Palmier n° 1 - Préfloraison).

5) plusieurs épis entiers, récoltés de la même manière, sur un seul régime, en pleine floraison. L'odeur d'anis est intense et l'élévation de température à l'intérieur du régime, entre les épis, de plusieurs degrés par rapport à la température ambiante (Palmier n° 4 - Floraison).

Inflorescence femelle (aucun des palmiers disséqués n'a pu nous fournir des bourgeons femelles à un stade antérieur à l'ouverture de la première spathe et cependant de taille suffisante pour permettre l'analyse).

1) un seul régime, ayant la première spathe déchirée et la seconde encore fermée (Palmier n° 5).

a) Boutons floraux prélevés sur des épis choisis en plusieurs points tout le long du rachis du régime. Les boutons des fleurs mâles accompagnatrices ont été éliminés (Ouverture 1^{re} Spathe - boutons floraux).

b) 23 épis entiers détachés à la base du régime. Dans cette partie de l'inflorescence, les épines terminales des épis sont encore tendres et peu colorées; les autres tissus sont de couleur crème (Ouverture 1^{re} Spathe - Epis entiers).

2) fleurs épanouies recueillies sur des épis prélevés en plusieurs points tout le long du rachis d'un seul régime. Les stigmates de ces fleurs étaient à des stades divers de leur évolution. On s'est efforcé de supprimer les fleurs mâles accompagnatrices et leurs bractéoles (Palmier n° 2 - Floraison).

3) fruits en voie de formation, cueillis de la même manière, sur un seul régime. Ces fruits sont approximativement de la taille d'un noyau de datte. Les stigmates et les pièces florales restées adhérentes ont été enlevées (Palmier n° 1 - fruits en formation).

4) fruits violet-noir, ayant presque atteint leur taille définitive, choisis de la même manière, sur un seul régime. Le reste des stigmates et des pièces florales a été éliminé. La coque du noyau est encore tendre et l'albumen de la graine liquide. Tout a été conservé : pulpe, noyau et son contenu (Palmier n° 4. Fruits avant maturité).

5) Fruits mûrs, prélevés de la même manière, sur un seul régime. De coloration brun rouge-orangé, ils ne se détachent pas encore spontanément du régime (Palmier n° 3).

a) Pulpe séparée du noyau avant fixation (Pulpe à maturité n° 1).

b) amandes séparées de leur coque (Amandes n° 1).

ÉCHANTILLONS SUPPLÉMENTAIRES.

Nous avons dû compléter ces échantillons par quelques autres, qu'on a bien voulu nous envoyer d'Afrique, soit parce que certains incidents de manipulation s'étaient produits, soit parce que nous désirions avoir une plus grande quantité de matériel.

Nous avons reçu ainsi :

1) en provenance de deux palmiers de la même parcelle de la station de Pobé, des noyaux de fruits parvenus à maturité et récoltés en février 1956 (Amandes n° 2).

2) En provenance d'une autre parcelle de la station de Pobé, des échantillons de pulpe de fruits mûrs, recueillis sur un même régime, appartenant à un palmier de la variété Dura, en août 1956. Le stade de maturité était un peu dépassé (un certain nombre de fruits s'étaient détachés librement du régime). Ces fruits ont été fixés avant la séparation de la pulpe et du noyau (Pulpe nos 2 et 3).

3) En provenance d'Adiopodoumé (Côte d'Ivoire) et de deux palmiers spontanés adultes (de 15 ans environ), des échantillons de tissus prélevés au sommet du stipe, en dessous du bourgeon terminal (Cœur n° 2).

PRÉPARATION DU MATÉRIEL.

Le matériel récolté a été partagé en deux lots, l'un séché à l'étuve à 105°, l'autre fixé à l'alcool à 90°, dans les conditions habituelles. La teneur en eau a été déterminée.

B. — TECHNIQUES ANALYTIQUES :

Éléments minéraux :

L'azote total a été dosé par la méthode de KJELDAHL ; le phosphore, par la méthode de LORENZ ; le potassium, par la méthode de MAUME, DULAC et BOUAT ; le calcium, par la méthode

classique de l'oxalate et le magnésium, par dosage du phosphore dans le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien.

Glucides :

Les extractions ont été faites à l'alcool et les dosages quantitatifs, par la méthode de BERTRAND (sauf pour les bourgeons mâles 2-5 cm pour lesquels il a fallu utiliser la micro-méthode de SOMOGYI). Les glucides solubles non réducteurs ont été hydrolysés par HCl 1/2 pendant 10 minutes au bain-marie bouillant. L'analyse qualitative a été faite par chromatographie descendante sur papier, à température constante, avec les solvants et les révélateurs classiques et dans les conditions habituelles.

Les tissus végétaux traités par l'alcool sont repris par de l'eau acidulée (SO_4H^2 , 4% environ du poids frais des organes). On hydrolyse à ébullition jusqu'au moment où le réactif iodo-ioduré ne vire plus au bleu. On filtre et on porte à l'autoclave pour achever l'hydrolyse de l'amidon et des hémicelluloses. Les sucres réducteurs formés sont dosés par la méthode BERTRAND. Le résultat représente la teneur en hémicelluloses et en amidon.

III. — RÉSULTATS

I. — ÉVOLUTION DE LA FEUILLE :

Les résultats ayant trait aux feuilles et aux nervures sont réunis dans le tableau I et exprimés en pourcentage de la matière sèche.

a) Vieillessement de la feuille :

Tenant compte de ce qu'on sait du développement des feuilles chez le palmier à huile, à Pobé en particulier, on peut estimer grossièrement qu'il a dû s'écouler entre l'apparition dans la flèche et notre récolte : de 1 à 2 mois pour les feuilles n° 1, de 4 à 5 mois pour les feuilles n° 2, de 7 à 8 mois pour les feuilles n° 3, de 11 à 14 mois pour les feuilles n° 4.

Pour ce qui est des éléments minéraux, les chiffres que nous avons obtenus ici confirment nos précédents résultats : le vieillissement de la feuille s'accompagne d'une perte d'eau, d'un enrichissement en Ca et d'une migration importante des éléments K, N et P (la teneur en K des feuilles âgées est à peu près le tiers de celle des feuilles jeunes). Les différences entre les valeurs de P sont ici plus importantes que celles que nous avons constatées jusqu'à présent (des feuilles n° 1 aux feuilles n° 4 le rapport N/P passe de 26.4 à 46.2 le matin, alors que la somme N+P ne passe que de 3.15 à 2.36.) La feuille qui vieillit s'enrichit d'abord en Mg, puis la teneur s'abaisse chez les feuilles sénescences. Les

TABLEAU I

Evolution de la feuille.

Eléments minéraux et glucides - Matin et soir (Grammes % mat. sèche).

ÉCHANTILLONS		EAU	ÉLÉMENTS MINÉRAUX										GLUCIDES		
			N	P	K	Ca	Mg	N+ P	N/P	Ca+ Mg	K/Ca + Mg	Mg/ Ca	Réd.	Hyd.	Inso- luble
FEUILLES N° 1 (Jeunes)	M	67,7	2,98	0,17	1,18	0,70	0,30	3,15	17,5	1	1,18	0,43	3,1	3,5	6,1
	S	67,5	2,84	0,16	1,15	0,68	0,31	3	17,7	0,99	1,16	0,45	3	4,8	6,5
FEUILLES N° 2	M	65	2,80	0,11	0,73	0,73	0,37	2,91	25,4	1,10	0,66	0,51	1,3	3,7	6,4
	S	63,7	2,68	0,13	0,77	0,70	0,36	2,81	20,6	1,06	0,73	0,51	1,3	5,2	4,8
FEUILLES N° 3	M	63,7	2,76	0,09	0,57	0,80	0,46	2,85	30,7	1,26	0,45	0,57	1,5	2,9	5,1
	S	63,2	2,65	0,14	0,62	0,78	0,47	2,79	18,9	1,25	0,50	0,60	2,2	5,4	5,6
FEUILLES N° 4	M	57,4	2,31	0,05	0,40	1,19	0,42	2,36	46,2	1,61	0,25	0,35	1,7	3,2	4,3
	S	56,7	2,10	0,07	0,42	1,03	0,36	2,17	30	1,39	0,30	0,35	2,3	4,4	4,1
NERVURES (feuilles n° 2)	M	44,6	0,50	0,05	0,36	0,16	0,14	0,55	10	0,30	1,2	0,87	1,9	1,7	2
	S	45	0,75	0,04	0,34	0,18	0,15	0,79	18,7	0,33	1	0,83	1,6	2,3	1,4

feuilles les plus riches sont les feuilles n° 3, c'est-à-dire les feuilles adultes, saines, ayant terminé leur croissance et acquis leur coloration vert foncé définitive.

Les feuilles jeunes sont les plus riches en glucides solubles et insolubles ; le taux des sucres réducteurs y est particulièrement élevé. A ce stade, les feuilles ont une activité métabolique spécialement intense (peut-être y a-t-il aussi encore un certain apport en provenance du cœur.) Les chiffres trouvés sont en tout cas l'expression et la résultante de deux phénomènes : la photosynthèse et la croissance. Ils n'ont qu'une valeur relative.

A mesure que la feuille vieillit, la teneur en glucides totaux solubles et insolubles s'abaisse. Pour les sucres réducteurs, la diminution se fait assez brusquement dès que la croissance arrive près de son terme.

Dans les feuilles n° 3 — la croissance achevée — nous trouvons le véritable équilibre entre les divers sucres synthétisés. Les différences entre les valeurs du matin et celles du soir peuvent alors traduire valablement l'activité photosynthétique. L'assimilation chlorophyllienne étant active et l'emportant sur les besoins de la feuille elle-même, ces différences, positives aussi bien pour les sucres solubles réducteurs et hydrolysables que pour les sucres insolubles, sont plus élevées qu'au cours des autres périodes de la vie de la feuille. Il y a une migration importante vers le reste de la plante.

Les différences soir-matin s'atténuent chez les feuilles senescentes, par suite vraisemblablement d'une diminution de l'activité photosynthétique. Ces feuilles ne prennent plus qu'une part amoindrie au ravitaillement glucidique du palmier.

b) Différences matin-soir :

Nous avons évalué les différences matin-soir d'après les moyennes calculées à partir des résultats des quatre stades de développement des feuilles. Le nombre de résultats dont nous disposons là ne permet pas une interprétation rigoureuse. Mais nous retrouvons, en grande partie, les faits relevés dans nos précédentes études et au sujet desquels nous avons formulé quelques hypothèses. N, Ca et Mg tendent à être plus abondants le matin, et la différence matin-soir est particulièrement importante pour N ; K tend à être plus abondant le soir. Il en est de même pour P : et ce n'est que pour ce dernier élément que la variation semble se faire dans le sens contraire de ce que nous avons trouvé jusqu'à présent (mais pour P les différences n'avaient jamais été très significatives). Il est possible que ceci traduise la liaison de K et P avec le métabolisme des glucides.

Pour les glucides, les différences matin-soir sont celles qu'on

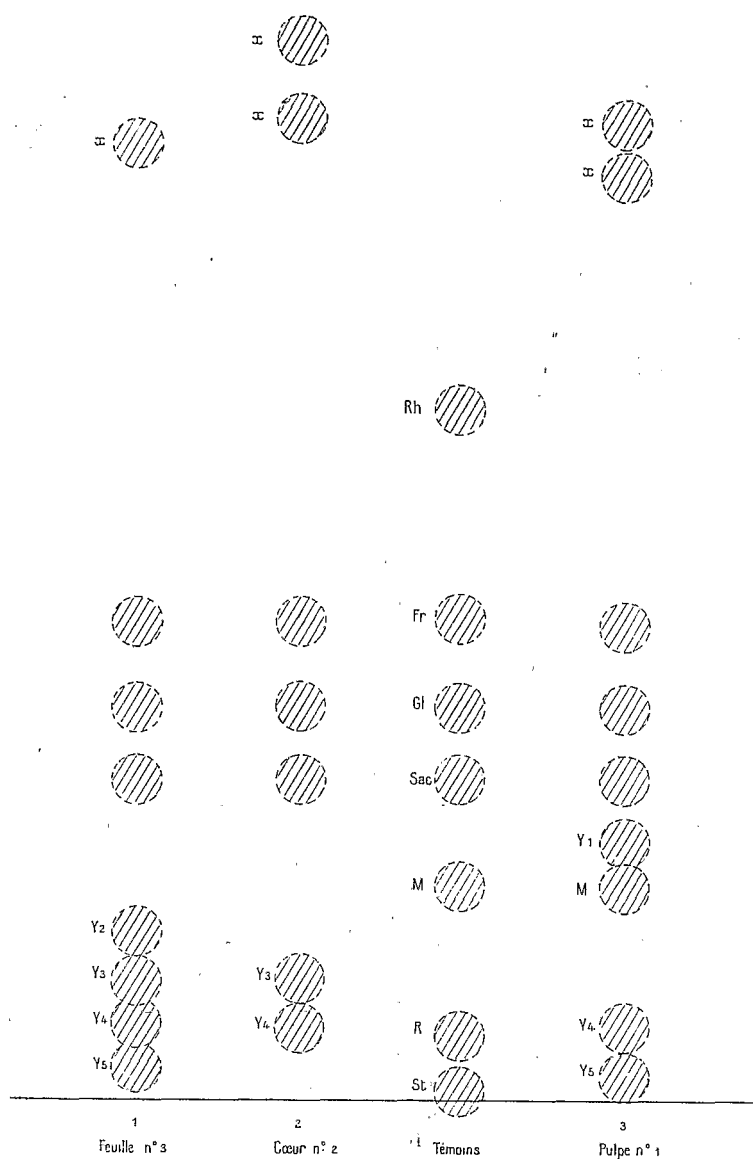


Fig. 2. — Disposition schématisée des taches sur les chromatogrammes. — St = Stachyose. — R = Raffinose. — M = Maltose. — Sac = Saccharose. — Gl = Glucose. — Fr = Fructose. — Rh = Rhamnose. — Y₁ = Sucre révélablé par l'urée. — Y₂-Y₃ = Polysaccharides révélés par l'urée. — Y₄-Y₅ = Polysaccharides révélés par le phthalate — x = oses d'aniline situés au niveau des trioses.

trouve d'une manière générale pour des feuilles dans les conditions naturelles.

c) *Nature des glucides présents dans les feuilles* (Fig. 2) :

Les feuilles contiennent des polyoses insolubles, du saccharose, du glucose et du fructose, mais aussi des glucides solubles à plus grosse molécule et situés sur les chromatogrammes au-dessus du maltose.

C'est dans les feuilles adultes (N° 3) que se trouve le plus grand nombre de ces polysaccharides (y_2 - y_3 - y_4 - y_5) dont les uns, révélés en rouge par le phtalate d'aniline et situés à peu près au niveau du raffinose et du stachyose, sont les termes les moins condensés des hémicelluloses de réserve, tandis que les autres, révélés par l'urée, sont des produits de condensation du glucose et du fructose.

Très en avant du fructose, et même du rhamnose, existe un spot révélaible par l'urée. Des oses à très grand Rf et situés au niveau des trioses, c'est le plus fréquemment rencontré.

Parmi les polyoses insolubles, l'amidon est présent en quantité notable dans les stomates ; il y en a très peu ailleurs dans les feuilles. Le fond de réserve est constitué par des hémicelluloses.

d) *Nervures* :

Les nervures médianes des folioles, organes ligneux, organes de translocation, sont parmi les tissus les moins minéralisés de la plante. Elles contiennent environ moitié moins de K et de Mg que les feuilles, quatre fois moins de N, trois fois moins de P, trois à quatre fois moins de Ca, la mobilité des éléments intervenant dans ces proportions.

Nous ne disposons que d'un seul résultat pour les nervures, mais on peut noter que, dans ce cas, les éléments qui tendent à être plus abondants dans les feuilles le matin (N, Ca et Mg) sont plus abondants dans les nervures le soir, et inversement pour K et P, la circulation des éléments minéraux et l'appel vers la feuille variant au cours de la journée avec les activités biochimiques de la feuille.

Les nervures sont nettement plus pauvres que le limbe en glucides solubles, mais le rapport Réducteurs/Hydrolysables est plus élevé, une bonne partie des glucides transportés l'étant sous forme de sucres à petite molécule. Mais il n'en reste pas moins que, outre le saccharose, on y trouve les mêmes polysaccharides que dans les feuilles, tout particulièrement les glucides insolubles dans l'alcool.

Bien que les limbes soient les organes assimilateurs, et les nervures des organes de conduction, il semble que ces organes — dans le palmier à huile — soient de surcroît des organes de réserve, comme tous les autres tissus.

2. — RACINES :

Les tableaux II et III rassemblent les résultats se rapportant aux organes autres que les feuilles et les nervures (résultats exprimés en pourcentage de la matière sèche).

Il est peut-être utile de rappeler, en quelques mots, la morphologie du système racinaire de l'*Elaeis*. La racine primaire des jeunes plantules meurt et disparaît assez vite, comme il est de règle chez les Monocotylédones. D'autres racines prennent naissance au collet. Le nombre de ces racines et le nombre de feuilles formées augmentant, le « plateau racinaire » s'ébauche sous les bases pétiolaires des feuilles et sous le bourgeon. Chez les palmiers adultes, où le stipe est formé, le plateau racinaire forme une calotte plus ou moins hémisphérique à la base du stipe. Les racines partent de ce plateau en nombre considérable, serrées étroitement les unes contre les autres, en touffe. Ce sont, en réalité, des racines secondaires. Mais, pour la commodité de l'exposé, et suivant l'habitude, nous les avons appelées ici « racines de premier ordre » (R I). Les R I, dont le diamètre varie de 4 à 9 mm, peuvent atteindre une longueur considérable (jusqu'à une trentaine de mètres), mais la plupart sont beaucoup plus courtes ; dans les conditions de terrain que nous connaissons, celles qui ont 2 m et plus de long chez les arbres adultes, cheminent parallèlement à la surface du sol, à une faible profondeur. Elles sont très fortement lignifiées. Seule, la zone en voie d'allongement, à la pointe, est tendre, turgescence, blanc jaunâtre, sur une longueur de 15 à 25 cm. Des palmiers de l'âge de ceux que nous étudions ici ont environ 2000 R I (dont beaucoup très courtes, ne jouent guère qu'un rôle de soutien). Les R II, issues des R I, ont des caractéristiques comparables, mais un diamètre beaucoup plus petit. Elles ont, pour la plupart, une direction verticale et remontent vers la surface du sol. Elles portent de nombreuses racines et radicelles d'ordre supérieur.

Les extrémités des R I analysées ici sont le siège d'une activité physiologique intense. Formées de tissus jeunes, elles contiennent beaucoup de K (3,10 %), peu de Ca et de Mg ; leur teneur en N et P est moyenne (1,52 et 0,13 %). Elles sont très riches en eau et en sucres solubles. Leur respiration est intense, ce qui nécessite beaucoup de glucose, et par ailleurs les besoins de la croissance exigent la présence d'une quantité importante de fructose, sucre surtout plastique. Ces pointes racinaires ont, d'autre part, une grosse réserve de polyoses insolubles et une teneur élevée en saccharose. L'analyse chromatographique ne révèle pas l'existence d'autres glucides solubles, à l'exception d'un seul situé sensiblement au niveau du raffinose et qui a été rencontré partout à l'exception du bourgeon terminal et des fruits à maturité. Dans les parties ligni-

TABLEAU II

Eléments minéraux (Grammes % matière sèche).

ECHANTILLONS		EAU	N	P	K	Ca	Mg	N+P	N/P	Ca+ Mg	K/Ca +Mg	Mg/Ca
RACI- NES	RI - Pointes	89,2	1,52	0,13	3,10	0,16	0,15	1,65	11,7	0,31	10	1
	RI	65,7	0,34	0,02	0,35	0,04	0,22	0,36	17	0,26	1,3	5
	RII - III	70,5	0,51	0,01	0,25	0,16	0,18	0,52	51	0,34	0,74	0,9
INFLORES- CENCE	STIPE	88	2,12	0,10	1,78	0,64	0,95	2,22	21	1,59	1,1	1,5
	« CŒUR » n° 1	89,5	2,43	0,16	1,80	1,55	1,32	2,59	15	2,87	0,63	0,85
	BOURGEON TERMINAL	88,5	4,66	0,46	5,55	0,24	0,19	5,12	10	0,43	13	0,79
	OUVERTURE 1 ^{re} Spathe											
	Epis entiers	78,4	2,08	0,17	1,09	0,39	0,50	2,25	12	0,89	1,2	1,3
	OUVERTURE 1 ^{re} Spathe											
	Boutons floraux	83,2	4	0,27	2,48	1,83	0,26	4,27	15	2,09	1,2	0,14
	FLORAISON											
	Fleurs seules	74,4	2,18	0,16	1,60	0,35	0,27	2,34	13,5	0,62	2,6	0,77
	FRUITS en formation	76	1,67	0,18	2,47	0,32	0,31	1,85	9	0,63	3,9	1
	FRUITS avant maturité	90	3,29	0,16	2,27	0,80	0,76	3,45	20	1,56	1,77	0,95
	PULPE à maturité n° 1	34,7	0,62	0,25	0,20	0,20	0,09	0,87	2,5	0,29	0,69	0,45
	AMANDES n° 1	(10)	1,50	0,12	0,38	0,13	0,17	1,62	12,5	0,30	1,3	1,3
	COQUES n° 1	—	0,36	0,09	0,09	0,02	0,05	0,45	4	0,07	1,3	2,5
INFLORES- CENCE	BOURGEONS 2-5 cm	84,2	6,6	1,04	4,56	0,36	0,27	7,64	6,3	0,63	7,2	0,75
	BOURGEONS 3-15 cm	86,2	6,2	0,62	4,62	0,77	0,82	6,82	10	1,59	2,8	0,9
	OUVERTURE 1 ^{re} Spathe	84,2	3,09	0,18	1,65	1,15	1,17	3,27	17,4	2,32	0,71	1
	PRÉFLORAISON	72,2	2,15	0,16	1,17	0,52	0,54	2,31	13,4	1,06	1,1	1
	FLORAISON	71,5	2,13	0,15	1,36	0,53	0,52	2,28	14,2	1,05	1,3	1

TABLEAU III

Glucides - Données quantitatives (Grammes 1% mat. sèche).

ÉCHANTILLONS		EAU	G. Solubles Réduc- teurs	G. Solubles Hydro- lysables	G. Inso- lubles
RACI- NES	RI - Pointes	89,2	16,6	5,9	12
	RI	65,7	1,3	2,1	4,3
	RII-III	70,5	0,6	0,6	8,2
INFLORESCENCE	STIPE	88	19	18,7	—
	« CŒUR » n° 1	89,5	18,4	28,6	7,4
	« CŒUR » n° 2	(90)	8,6	20	7,7
	BOURGEON TERMINAL	88,5	1,7	15,6	4,8
	OUVERTURE 1 ^{re} Spathe				
	Epis entiers	78,4	0,55	5,6	15,1
	OUVERTURE 1 ^{re} Spathe				
	Boutons floraux	83,2	1,3	2,8	5,1
	FLORAIISON				
	Fleurs seules	74,4	1,6	1,1	9,1
	FRUITS en formation ..	76	1,6	1,8	14,5
	FRUITS avant maturité ..	90	4,3	7,9	15,5
	PULPE à maturité N° 1 ..	34,7	2,3	0,4	8
	PULPE à maturité N° 2 ..	32,6	1	0,6	5,2
	PULPE à maturité N° 3 ..	32,6	0,8	0,6	5
	AMANDES N° 2	(10)	0,07	1,1	3,6
INFLORESCENCE	BOURGEONS 2-5 cm ..	84,2	3,4	4,2	5,5
	BOURGEONS 3-15 cm ..	86,2	1,1	10,8	7,7
	OUVERTURE 1 ^{re} Spathe	84,2	1,2	4,1	12
	PRÉFLORAIISON	72,2	3,5	2,8	8,2
	FLORAIISON	71,5	1,6	3,1	3,1

fiées des racines de premier ordre, organes de soutien, de translocation et de mise en réserve (réserve locale, les réserves importantes pour l'ensemble de la plante étant localisées ailleurs), on ne trouve que de très petites quantités des différents éléments minéraux et peu de sucres solubles, mais des quantités relativement plus importantes de polyoses insolubles. On voit aussi apparaître des glucides solubles à plus grosse molécule, tri- et tétrasaccharides qui ne sont pas décelés ailleurs dans les racines. Par rapport aux autres oses, le fructose est nettement le sucre le plus abondant.

L'échantillon étiqueté R II-R III est assez hétérogène en ce sens que, groupant des racines entières, il comprend aussi bien des tissus jeunes que des parties lignifiées (ces dernières formant la plus grosse part du poids de l'échantillon). Les fonctions d'absorption du palmier sont localisées au niveau des jeunes radicules portées

par les racines de ces ordres. Pauvres en éléments minéraux, elles paraissent jouer un rôle d'organes de réserve, le taux des polyoses insolubles y est particulièrement élevé, mais comme elles ne représentent qu'une masse assez faible par rapport à l'ensemble de la plante, leur rôle doit être considéré comme secondaire. Les sucres solubles n'y sont présents qu'en quantité extrêmement réduite (Réducteurs = 0,6 % ; Hydrolysables = 0,6 %). La condensation est à son terme : les polysaccharides intermédiaires ont disparu, à l'exception de celui d'entre eux qui existe dans presque tous les tissus et qui ici peut être décelé à l'état de traces.

3. — STIPE ET BOURGEON TERMINAL :

Les fragments de stipe que nous avons analysés ont été prélevés à 0,50 m environ en dessous du bourgeon terminal (hauteur du stipe, du sol à la base des feuilles vivantes = 1,60 m ; périmètre du stipe à 1 m du sol : 3 m).

Comme nous l'avons indiqué ci-dessus, nous n'avons pas séparé les vaisseaux et les fibres des autres tissus. L'échantillon représente donc à la fois l'organe de translocation et l'organe de réserve. Par suite d'un accident de manipulation, nous n'avons malheureusement aucune indication sur la teneur en polyoses insolubles. Mais le haut du stipe se révèle être un lieu d'accumulation privilégié pour les glucides solubles : à eux seuls, ils constituent 37,7 % de la matière sèche, avec un rapport Réducteurs/Hydrolysables égal à 1 : ce qui correspond à une quantité de sucres considérable si l'on tient compte de la masse que forme le stipe. Il y a surtout du saccharose, beaucoup de glucose, un peu moins de fructose, et seulement une trace d'un sucre à plus grosse molécule. Ce qui semble indiquer que cette partie du stipe n'est pas un organe où s'effectuent de grandes transformations chimiques. Il semble que ce soit l'endroit où les sucres sont entreposés sous forme immédiatement utilisable.

Le taux des différents éléments minéraux, dans cette partie du palmier, est moyen, sauf pour Mg (0,99 %) que le stipe accumule en quantité plus importante que la plupart des autres organes.

Le « cœur », masse de tissus non lignifiés formant le sommet du stipe et située immédiatement en dessous du bourgeon terminal, est encore plus riche en Mg (1,32 %), mais avec une teneur en Ca très élevée aussi (1,55 %). Le taux des autres éléments minéraux est moyen. Le « cœur », tout au moins dans le cas de l'arbre abattu à Pobé, est encore plus riche en glucides que le stipe. C'est là que, chez l'*Elaeis*, s'accumulent le plus de sucres, sucres solubles surtout accompagnés d'une certaine quantité de polyoses insolubles. L'ensemble glucides solubles + insolubles forme plus de la moitié du poids sec (Sucres solubles = 49 % ; Amidon + hémicelluloses =

7,4%). C'est là le réservoir de glucides qui fournit directement au bourgeon terminal les matériaux nécessaires à la formation des feuilles et des inflorescences. A côté du fructose, du glucose, d'une grosse quantité de saccharose et de polyoses insolubles, on retrouve les produits intermédiaires, tri- et tétrasaccharides. L'analyse chromatographique permet de déceler également la présence de deux oses entraînés très en avant du fructose, et qui se situent au niveau des trioses. Avec le bourgeon terminal proprement dit et les premières ébauches de feuilles et d'inflorescences, nous avons de nouveau affaire à des tissus jeunes en voie de croissance rapide. Pauvres en Ca et Mg, ce sont les tissus les plus riches en K ($K = 5,55 \%$; $K/Ca + Mg = 13$, rapport exceptionnellement élevé), très riches également en N et P, éléments plastiques nécessaires à l'élaboration de l'énorme masse de tissus que représentent les feuilles et les inflorescences, de même que les sucres fournis en abondance par le « cœur ». Il y a beaucoup moins de polyoses insolubles que dans le cœur. On ne trouve plus de polysaccharide; intermédiaires; ils doivent être utilisés à mesure. Seul, le saccharose est abondant (15,4 %), constituant un terme relativement stable. Les hexoses respiratoires et plastiques sont employés au fur et à mesure de leur formation à partir du saccharose (on ne dose que 1,7 % de glucose + fructose) aussi bien pour les besoins énergétiques des cellules que pour l'élaboration de la cellulose, etc. des nouveaux tissus.

4. — ÉVOLUTION DE L'INFLORESCENCE FEMELLE :

Nous n'avons malheureusement pas trouvé de jeunes bourgeons femelles sur les palmiers disséqués en vue de cette étude. Les échantillons que nous avons analysés permettent de suivre l'évolution conduisant de la fleur en bouton au fruit mûr, évolution qui s'étale sur une période de six mois environ dans les conditions de Pobé. DE POERCK indique que la croissance du fruit devient surtout active quinze jours après la pollinisation (à ce moment, le fruit a déjà 20 mm de haut sur 4 mm de large environ); que l'albumen devient consistant et cellulaire 40 à 60 jours après la pollinisation; que la coque prend naissance dans le fruit à partir du deuxième mois qui suit la fécondation; que la durée de maturation est de cinq à six mois. L'albumen est corné.

Au moment où la première spathe du régime se déchire, le stock minéral du bouton floral est important. Il est riche surtout en azote, mais aussi en potassium et en calcium. Puis, dans le cycle de l'inflorescence femelle, la floraison correspond à une période de consommation des éléments accumulés. Les teneurs en N, P, K et Ca baissent dans des proportions considérables; seul le Mg se maintient au même niveau. Ensuite, le fruit qui se forme uti-

lise d'abord de l'azote pour construire ses tissus, et le taux de N baisse encore. Le fruit qui grossit se gorge d'abord d'eau, et reconstitue son stock de N, de Ca et de Mg (même si l'on tient compte de l'augmentation de la teneur en eau). Les teneurs en P et en K restent à peu près identiques. La maturation représente une deuxième période de consommation. La teneur en eau passe de 90 à 34,7 %. Le fruit élabore de la matière sèche et des lipides. Le fruit mûr (pulpe, coque et amande) est pauvre en éléments minéraux ; la coque du noyau n'en contient que des quantités infimes.

Cette évolution se déroule sur un rythme analogue pour les glucides. Il faut d'abord noter qu'au moment de l'ouverture de la première spathe, les tissus non spécialisés de l'inflorescences (râfle des épis) contiennent une réserve de sucres solubles et insolubles (les teneurs sont très supérieures à celles des boutons floraux eux-mêmes, alors que, pour les éléments minéraux, on a le contraire : les râfles sont plus pauvres que les boutons, sauf pour Mg). Une partie des sucres solubles est utilisée au moment de la floraison (besoins respiratoires).

Puis le fruit stocke des hémicelluloses, de l'amidon et des glucides solubles qui disparaissent en partie au cours de la maturation, employés pour la synthèse des lipides.

C'est dans les fleurs et les fruits de l'*Elaeis* que nous avons trouvé le stock glucidique le plus diversifié, avec un maximum de complexité pour la pulpe à maturité, donc sur la voie de la destruction de l'amidon et des sucres à grosses molécules. Si, dans les épis entiers au moment de l'ouverture de la première spathe, l'analyse chromatographique ne permet guère de déceler autre chose que du saccharose, du glucose ou du fructose, on trouve déjà, dans les boutons floraux isolés, des traces des trois polysaccharides qui se retrouveront dans les fleurs, les fruits à divers stades, et la pulpe à maturité (il n'en restera plus que deux décelables dans les amandes).

Dans la pulpe du fruit mûr, il y a un ou deux sucres de tête, en avant du fructose ; un autre sucre, situé entre le saccharose et le maltose et révélablé par l'urée, et, dans un des trois cas étudiés, du maltose. Ces données sur la composition glucidique des fruits sont à rapprocher des résultats obtenus par SANDRET sur la pulpe des fruits d'un autre oléagineux, l'Arganier, résultats publiés après l'achèvement de la rédaction du présent travail.

5. — EVOLUTION DE L'INFLORESCENCE MÂLE :

Pour l'étude de la formation et de la maturation de l'organe reproducteur mâle, nous avons pu récolter de jeunes bourgeons encore au début de leur développement. On peut estimer grossièrement qu'un de ces bourgeons de 2-5 cm mettra de 7 à 10 mois

pour arriver au moment où se déchire la première spathe. Puis, entre l'ouverture de la spathe et la floraison, il s'écoulera environ une vingtaine de jours (nos trois derniers prélèvements correspondent donc à des stades très rapprochés dans le temps).

Les plus petits bourgeons que nous ayons pu analyser (2-5 cm) sont extrêmement riches en N (6,6 %) et en P (1,04 %); ce sont les organes les plus jeunes que nous ayons isolés (notre échantillon « bourgeon terminal » englobant des ébauches foliaires déjà relativement plus avancées), ce sont aussi les plus riches en ces deux éléments. Il y a beaucoup de K (4,56 %), avec un rapport K/Ca + Mg élevé (7.2). Les glucides solubles totaux ne sont pas encore très abondants (7,6 %), et il n'y a que 5,5 % de polyoses insolubles. Les sucres réducteurs, les polysaccharides solubles et insolubles dans l'alcool sont présents en quantités à peu près comparables. On ne décèle guère que le glucose, le fructose et le saccharose.

A l'étape suivante, la réserve glucidique qui servira à la floraison a augmenté (11,9 % de sucres solubles; 7,7 % de sucres insolubles). Le rapport Réducteurs/Hydrolysables a beaucoup diminué. Les sucres à petite molécule disparaissent à mesure de leur formation tandis que s'accumule une réserve temporaire de polysaccharides.

Éléments plastiques, N et surtout P sont déjà en partie utilisés à la fabrication des cellules nouvelles et leur taux en % de matière sèche a baissé. La teneur en K est la même, mais le rapport K/Ca + Mg n'est plus que de 2,8.

Au moment de l'ouverture de la première spathe, le régime, dont la taille et le poids n'augmenteront plus beaucoup, ne contient plus que 3,09 % de N et O, 18 % de P. La teneur en K n'est plus que de 1,65 % et le rapport K/Ca + Mg de 1,2. C'est à ce stade que l'inflorescence mâle contient le plus de Ca et de Mg (Ca + Mg = 2.32; Mg/Ca = 1). La réserve glucidique est entièrement constituée par condensation de molécules de plus en plus grosses. Il n'y a plus que 5,3 % de glucides solubles, mais le taux de glucides insolubles est monté à 12 %.

A l'approche de la floraison, les teneurs ont encore diminué pour l'ensemble des éléments minéraux: cette diminution est proportionnellement plus importante pour Ca et Mg qui baissent de moitié. A partir de ce moment, le contenu minéral paraît stabilisé jusqu'à la floraison. Et l'inflorescence commence à consommer son stock glucidique. Les glucides insolubles diminuent, la quantité de glucose et de fructose augmente et toute une gamme de sucres intermédiaires apparaît, témoin de la destruction de l'amidon et des hémicelluloses. La floraison accentue cette transformation et l'accélère, les besoins respiratoires augmentant consi-

dérablement (ce qui expliquerait que la plupart des produits intermédiaires ne soient plus décelables sur les chromatogrammes). La crise respiratoire de la floraison est particulièrement intense, l'élévation de température considérable à l'intérieur du régime en témoigne.

Les diagrammes I et II donnent une représentation graphique de l'ensemble de nos résultats.

ANALYSES ET DISCUSSION DES RÉSULTATS

Il est bien évident que nos résultats ne reposent que sur une base assez étroite : les prélèvements correspondent à un nombre extrêmement réduit de sujets et d'organes, et les échantillons ont été récoltés assez grossièrement.

Nous n'avons eu ni le temps, ni les possibilités, de faire mieux. Les caractères de la plante ne facilitent pas les choses. D'une part, pour avoir accès à certaines parties du palmier (jeunes bourgeons axillaires, cœur, etc.), il faut sacrifier ou mutiler gravement l'arbre. D'autre part, étant donné la morphologie des inflorescences et des fleurs, la séparation des organes floraux et reproducteurs proprement dits et des tissus d'accompagnement ou de soutien serait une opération particulièrement longue et délicate. Enfin, et toujours en ce qui concerne les inflorescences, la biologie florale de l'*Elaeis* (succession continue sur un même individu, et suivant un rythme propre à chaque sujet, de séries de régime mâles et femelles, avec généralement intercalation de régimes hermaphrodites) rend difficile la récolte d'un grand nombre d'échantillons comparables au même moment.

Nous ne pouvons donc songer ni à une généralisation des données, et surtout des données quantitatives que nous avons réunies, ni à une comparaison valable entre organes reproducteurs mâles et femelles. Bien d'autres questions d'ailleurs qui seraient intéressantes du point de vue où nous nous plaçons (ainsi les rapports qui existent entre une feuille donnée et le régime inséré à la base) n'ont pu être abordées.

Quoiqu'il en soit, il semble quand même possible de proposer certaines interprétations et certaines hypothèses.

I. ÉLÉMENTS MINÉRAUX (Diag. I) :

a) Azote et phosphore :

Éléments plastiques, ils sont présents en abondance dans les tissus en voie d'accroissement pondéral important (jeunes bourgeons mâles, bourgeon terminal et ébauches foliaires). Les boutons floraux en sont riches également. Les fruits mûrs, les graines, les organes de translocation (racines et nervures pour N

et P; stipe pour P) en contiennent peu. Même les parties en voie de croissance des R I n'en sont guère pourvus, en raison sans doute du rythme de cette croissance. La pauvreté en P semble caractériser les organes qui n'ont ni besoins plastiques de crois-

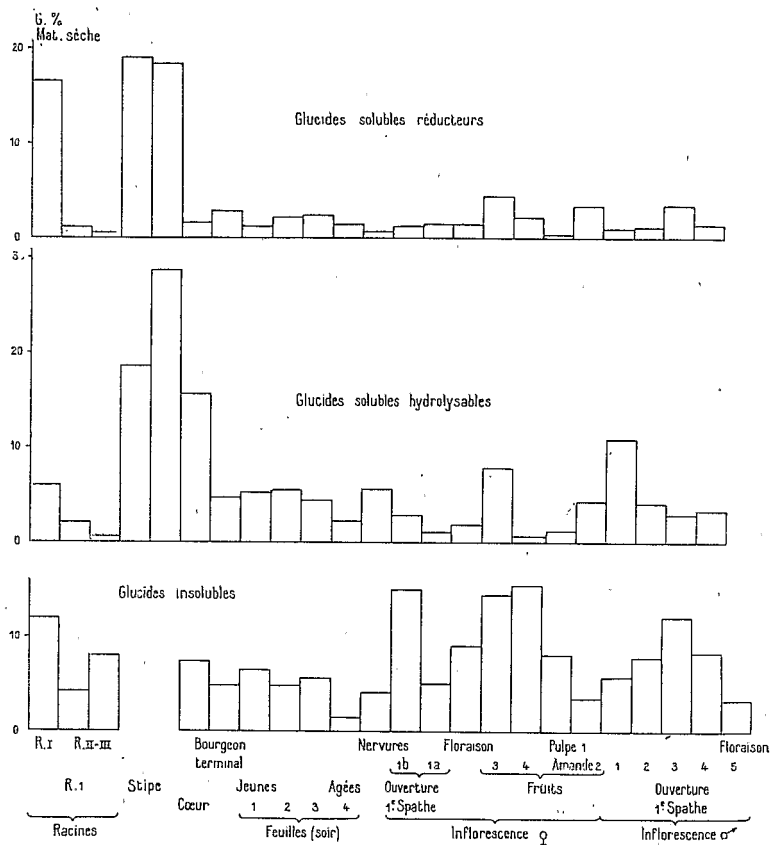


Diagramme I. — Teneur en glucides dans les différents organes.

sance, ni activités synthétiques, donc besoins énergétiques particuliers (intervention des sucres phosphorylés), comme les racines lignifiées, les vieilles feuilles, etc.

Le rapport N/P est très variable d'un organe à l'autre. Sa valeur est particulièrement basse (2,5) dans la pulpe du fruit mûr, qui contient beaucoup de P par rapport à une faible quantité de N, et extrêmement élevée (51) dans les RII-RIII où on ne

trouve guère que des traces de P. Par rapport aux autres parties du palmier, le rapport N/P des feuilles se situe à un niveau élevé (de 17,5 à 46,2) — N et P sont liés dans la feuille, comme c'est le cas général. Ils baissent conjointement au cours de son vieillissement. Mais, dans les quatre cas étudiés ici, leurs variations diurnes ne se font pas dans le même sens : le rapport N/P baisse nettement le soir, N tendant à être moins abondant et P plus abondant, ce qui peut, peut-être, être rapproché du rôle du phosphore dans la synthèse et la translocation des glucides.

b) *Potassium, Calcium et Magnésium* :

L'existence de deux groupes d'éléments antagonistes au niveau des feuilles, symbolisés par l'antagonisme K-Ca, est bien nette dans nos résultats. Dans les autres parties de la plante, les tissus

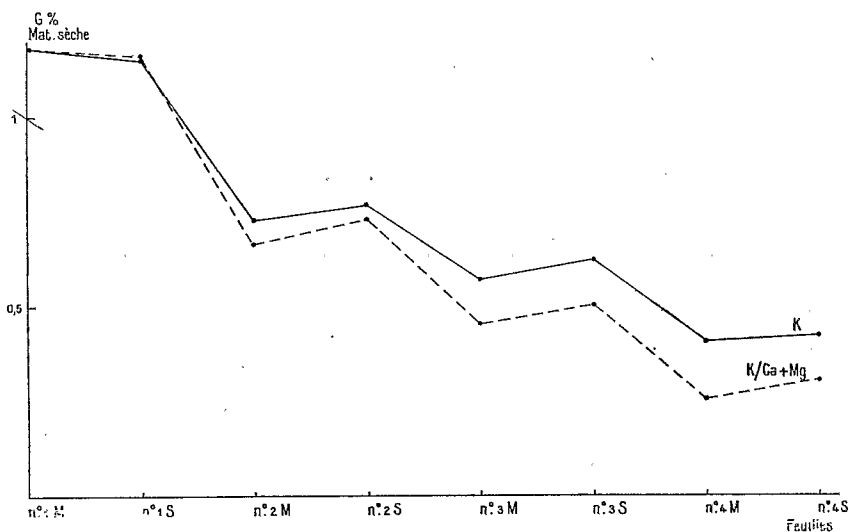


Diagramme II. — Teneur en K et rapport K/Ca + Mg dans les feuilles.

jeunes, riches en K, sont pauvres en Ca et Mg, mais on ne retrouve nulle part cet antagonisme rigoureux. Dans les feuilles, la valeur de K et le rapport K/Ca + Mg évoluent à peu près parallèlement (Diag. II), ce qui n'est pas le cas ailleurs. Ceci va dans le même sens que certains résultats récents de R. BEAUFILS sur l'Hévéa.

Les organes les plus pauvres en K sont les nervures, les parties lignifiées des racines, les fruits mûrs et les graines ; les plus pauvres

en Ca et Mg sont les nervures, les racines en général, les fruits mûrs et les graines.

Dans les feuilles, organes chlorophylliens, le rapport Mg/Ca varie de 0,35 à 0,60 : les teneurs en Mg vont de 0,30 à 0,47 %, mais il y a moins de Mg par rapport à Ca que dans la plupart des autres parties du palmier, où ce rapport est en général voisin de 1, sauf dans quelques cas comme les boutons floraux femelles (riches en Ca et relativement pauvres en Mg), les RI et les graines (particulièrement pauvres en Ca), le stipe (riche en Mg et relativement pauvre en Ca). Les tissus du cœur et de l'inflorescence mâle, à l'ouverture de la première spathe, ont un taux de Ca et de Mg particulièrement élevé. Les boutons floraux femelles contiennent beaucoup de Ca ; le stipe, les fruits avant maturité beaucoup de Mg. Il est possible que l'évolution des teneurs en Ca et Mg dans le cœur et les inflorescences puisse être mise en rapport avec celle des matières pectiques, mais ceci n'est qu'une hypothèse que nous ne pouvons étayer par des chiffres.

On pourrait remarquer aussi que, mis à part les organes chlorophylliens, Mg paraît souvent plus abondant dans des tissus qui, d'une part ne sont plus très jeunes, d'autre part sont dépourvus de fonctions spécialisées et jouent surtout un rôle d'accumulation : stipe (échantillon comprenant beaucoup de tissus fibreux et parenchymateux), cœur, râfles des régimes, pulpe des fruits avant maturité.

c) Rapport avec les glucides :

A partir des résultats dont nous disposons, il n'est possible de mettre en évidence, entre éléments minéraux et sucres aucune corrélation valable pour l'ensemble de la plante ou pour une série d'organes déterminée, sauf peut-être pour les feuilles et les nervures, comme nous l'avons vu plus haut.

d) Rapports avec la teneur en eau :

Par contre, il semble bien qu'on puisse en dégager la liaison de K, par une corrélation positive, avec la teneur en eau, comme c'est le cas général (Diag. IV).

2. LES GLUCIDES (Diag. IV) :

L'Elaeis Guineensis est connu comme producteur d'huile.

Dans le péricarpe de ses fruits il accumule de l'huile de palme (45 à 60 %), mélange de glycérides dans lesquels le glycérol est estérifié par les acides myristique, palmitique, stéarique, oléique, linoléique, et où prédominent l'oléodipalmitine, la dioléopalmitine, la tripalmitine et la trioléine.

Dans l'amande des graines, on trouve en abondance une autre

matière grasse (43 à 52 %) : l'huile ou graisse de palmiste, qui est solide, incolore ou légèrement jaunâtre, inodore, sans saveur, et qui, elle aussi, est constituée par un mélange de glycérides à prédominance de caprylomyristo-oléine et de myristodilaurine, associées à un peu de laurodimyristine, de myristodipalmitine et de palmitodimyristine.

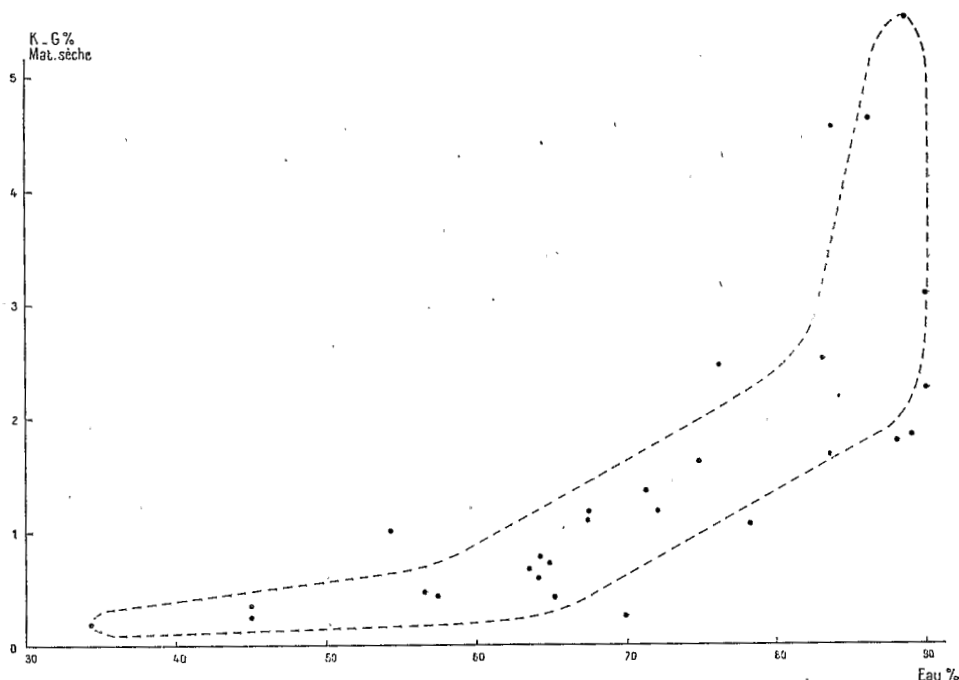


Diagramme III. — Relation entre teneur en potassium et teneur en eau pour l'ensemble des organes.

Parfaitement insolubles et non diffusibles, les glycérides n'ont jamais été rencontrées dans les tubes criblés libériens. Leur synthèse, chez les végétaux, comme chez tout être vivant, est étroitement liée au métabolisme des glucides. Le mécanisme de cette synthèse est encore, en partie, hypothétique, mais l'expérience a démontré que ces lipides se condensent « in situ » par estérification du glycérol par les acides gras, sous l'influence d'une lipase. Ce sont des glucides qui émigrent vers les organes où s'effectue la lipogénèse et qui s'y accumulent. Puis, à mesure de la synthèse des glycérides,

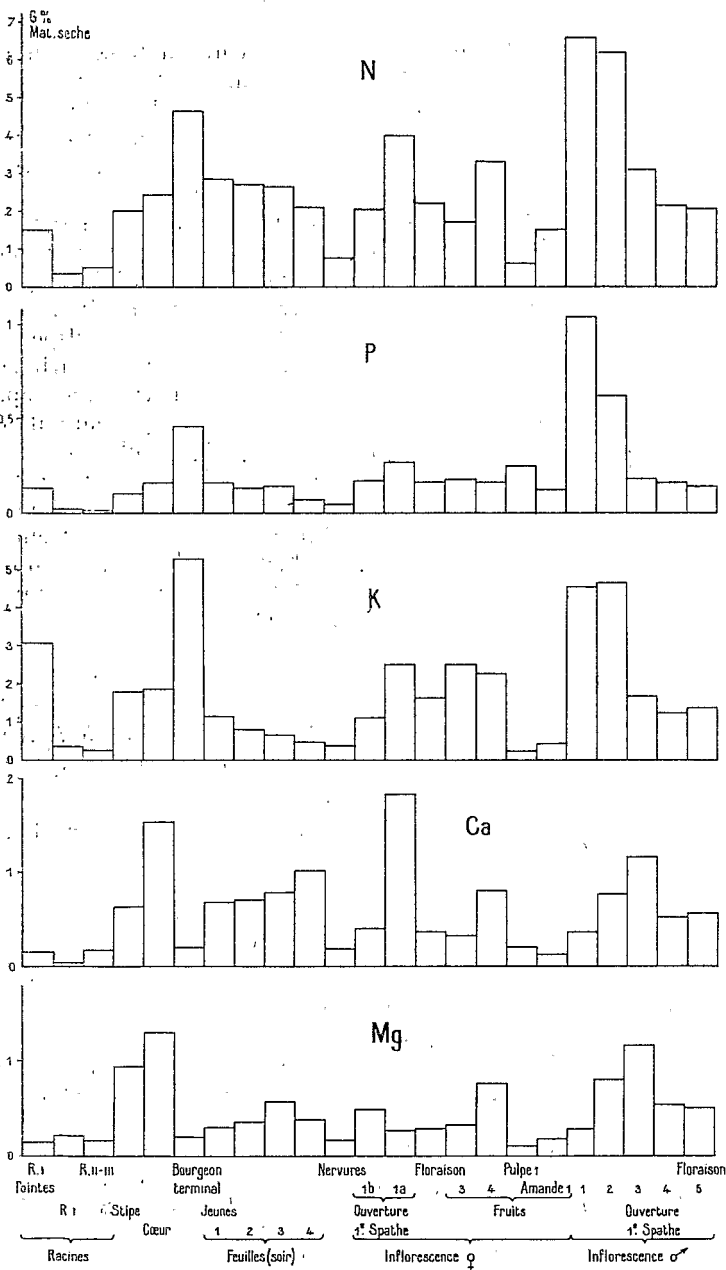


Diagramme IV. — Teneur en éléments minéraux dans les différents organes.

on peut noter, parallèlement à l'accroissement du taux en huile, une diminution correspondante de la teneur en glucides.

Chez l'*Elaeis*, en relation avec l'importance de la lipogénèse qui s'opère dans les fruits, s'effectue, au préalable, une très abondante condensation de glucides. Ce palmier à huile est avant tout, et exceptionnellement un condensateur d'oses.

Toutes les parties de l'*Elaeis* : racines, stipe, feuilles, boutons floraux, sont largement pourvues en holosides. Les racines, dans leurs parties les plus vivantes, possèdent jusqu'à 35,5 % de leur poids sec en glucides ; les fruits avant maturité : 27,7 % et les feuilles adultes 13,2 %. Mais en fait, c'est dans le stipe que s'accumule la plus grande partie de la réserve hydrocarbonée. Il suffit, pour s'en convaincre, de considérer la masse que représente un stipe de Palmier. Or, dans la partie supérieure de ce stipe, les glucides constituent plus de 50 % du poids sec.

Ainsi qu'il est de règle, les parties de la plante encore en voie de croissance et les organes de translocation présentent les teneurs maxima en petites molécules de métabolites. Dans les extrémités non lignifiées des racines, les sucres réducteurs représentent 48 % des glucides ; dans les feuilles jeunes, 23,6 % ; dans les nervures, 33,9 % ; dans les boutons floraux femelles, 14,1 % et dans les bourgeons mâles 25,9 %.

Les parties lignifiées sont surtout riches en polyoses de réserve : dans les racines, les holosides constituent 93,6 % de glucides ; dans la partie supérieure du stipe (cœur) de 66 à 76,3 %.

Quelques faits caractérisent le métabolisme glucidique du Palmier à huile (Tableau IV).

1) Ce sont surtout des hémicelluloses : xylanes et arabanes qui constituent la partie insoluble de la réserve hydrocarbonée, ces hémicelluloses étant facilement hydrolysées par les acides dilués. Les termes les moins condensés de ces pentosanes sont entraînés par l'alcool fort et apparaissent, sur les chromatogrammes des extraits alcooliques, révélés par le phtalate d'aniline sous forme de taches roses, au niveau du stachyose et au-dessus.

Dans la partie très lignifiée du fruit, qui entoure l'amande, les hémicelluloses comportent une assez forte proportion de galactanes.

A côté de ces hémicelluloses, l'amidon existe sous forme de petits grains pulvérulents, disposés irrégulièrement par plage ; l'observation microscopique en est difficile car ces grains sont noyés dans la masse des hémicelluloses qui prennent, en présence du réactif iodo-ioduré, une forte teinte brune, mais ils sont très nettement visibles dans les stomates, et les extraits aqueux donnent, avec le réactif, la teinte bleue caractéristique de l'amidon. Par

TABLEAU IV
Glucides solubles - Données qualitatives.

ÉCHANTILLONS		X	Fruct.	Gluc.	Sac.	Y1	Malt.	Y2	Y3	Y4	Y5
RACI- NES	RI - Pointes		+	+	+				+		
	RI		+	+	+				+		
	RII - III		+	+	+				+	+	
	STIPE		+	+	+				+		
	« CŒUR » n° 1	1	+	+	+				+		
	« CŒUR » n° 2	2	+	+	+				+	+	
	BOURGEON TERMINAL		+	+	+				+		
			+	+	+				+		
FEUILLES (soit)	FEUILLES n° 1 (jeunes)		+	+	+				+		
	FEUILLES n° 2		+	+	+				+		
	FEUILLES n° 3	1	+	+	+			+	+	+	
	FEUILLES n° 4 (âgées)		+	+	+			+	+		+
	NERVURES		+	+	+				+	+	
INFLORESCENCE ♀	OUVERTURE 1 ^{re} Spathe										
	Epis entiers		+	+	+				+		
	OUVERTURE 1 ^{re} Spathe								+		
	Boutons floraux		+	+	+				+		
	FLORAISON								+		
	Fleurs seules		+	+	+				+		
	FRUITS en formation		+	+	+				+		
	FRUITS avant maturité		+	+	+				+		
	PULPE à maturité n° 1	2	+	+	+	+	+		+	+	+
	PULPE à maturité n° 2	1	+	+	+	+			+	+	+
INFLORESCENCE ♂	PULPE à maturité n° 3	1	+	+	+	+			+	+	+
	AMANDES n° 2		+	+	+				+	+	+
	BOURGEONS 2-5 cm		+	+	+				+		
	BOURGEONS 3-15 cm		+	+	+				+		
	OUVERTURE 1 ^{re} Spathe		+	+	+				+		
INFLORESCENCE ♂	PRÉFLORAISON	1	+	+	+				+	+	
	FLORAISON	1	+	+	+				+	+	

Sucres X : 1 ou 2 taches sur les chromatogrammes, suivant les organes ; certains sont révélés par le Phtalate d'aniline (cœur); d'autres, par le résorcinol chlorhydrique (Pulpe).

ailleurs, ces extraits hydrolysés et étudiés par chromatographie possèdent, avec du xylose, de l'arabinose et du galactose, de petites quantités de glucose.

2) Outre ces glucides insolubles existe, chez l'*Elaeis*, un véritable stock de polysaccharides à molécules relativement petites, et entraînables par l'alcool fort, en même temps que les oses. Ces polysaccharides sont si abondants qu'ils suffiraient, à eux seuls, à constituer une réserve glucidique importante.

Quantitativement, ils représentent de 19 à 28 % du poids sec, dans la partie supérieure du stipe et dans la région du « cœur », 15,6 % dans le bourgeon terminal, 10,8 % dans les bourgeons mâles de 3 à 15 cm, 8 % dans les fruits avant maturité.

Parmi ces holosides solubles, le saccharose existe dans tous les organes en quantité souvent importante. Le maltose se rencontre parfois. Il a été trouvé spécialement abondant dans la pulpe de fruits à maturité. Dans les organes qui sont le siège de réactions de synthèses ou de dislocations, comme c'est le cas pour les limbes foliaires et la pulpe de fruits, existe, en plus une gamme de termes intermédiaires entre les oses et les glucides insolubles : un sucre révélabile sur les chromatogrammes par l'urée (y1) et situé entre le saccharose et le maltose ; un autre sucre (y2) situé au-dessus du maltose dans les feuilles, et une série d'autres termes situés sensiblement au niveau du raffinose et du stachyose, et dont les derniers apparaissent en rouge par le phthalate d'aniline.

3) A côté de ces polyoses solubles, les extraits alcooliques possèdent une proportion importante d'oses. Dans toutes les parties de l'*Elaeis*, glucose et fructose sont abondants. Dans toutes les parties, à l'exception de l'amande, des graines et du bourgeon terminal, existe, de plus, sous le raffinose, un spot révélabile par l'urée : y3. Dans les feuilles adultes, les inflorescences mâles, à l'époque de la préfloraison et de la floraison, et surtout dans le « cœur », région destinée à alimenter en sucre le bourgeon terminal, et dans la pulpe des fruits à maturité, là où s'effectue la transformation des sucres en huile, existent, en outre, des oses à grands Rf (x), situés sur les chromatogrammes, au niveau des trioses, un peu en dessous du glycérol. Ces oses forment deux groupes et sont révélés intensément par le résorcinol en milieu chlorhydrique.

Les termes de comparaison nous manquent, mais nous sommes tentés de voir, dans ces oses, les termes de passage utilisés par l'*Elaeis* dans l'élaboration de l'huile de palme et de palmiste. S'agit-il d'aldéhyde glyérique, d'acide pyruvique, de méthylglyoxal ? Il ne s'agit pas de glycérol.

Les oses x existant dans le « cœur », bien que de Rf très voisins des oses x existant dans la pulpe des fruits à maturité, ne semblent pas de même nature car s'ils apparaissent tous sur les

chromatogrammes traités par le résorcinol chlorhydrique, ceux existant dans le « cœur » sont aussi révélés par le phthalate d'aniline, tandis que ceux présents dans la pulpe des fruits apparaissent plutôt par l'urée. Sans doute s'agit-il, dans le « cœur », de produits de dégradation et de forme diffusibles des sucres, des pentoses en particulier, tandis que, dans la pulpe des fruits, existent plutôt les précurseurs immédiats des acides gras et du glycérol.

Il faudrait isoler ces substances pour qu'il soit possible de formuler, à leur endroit, autre chose que des hypothèses. Il n'est pas douteux, cependant, que le milieu glucidique du palmier à huile est extrêmement complexe : et que c'est au sein d'une telle complexité que l'on se représente la succession des réactions d'hydrolyse et de synthèse, d'oxydation et de réduction, nécessaires pour transformer des sucres en glycérides : et, dans le cas de l'*Elaeis*, pour passer des pentosanes et de l'amidon aux hexoses, puis aux trioses qui seront le point de départ du glycérol et des acides gras, éléments constitutifs des glycérides des huiles de palme et de palmiste.

Nous tenons à remercier ici l'I.R.H.O. qui nous a permis de récolter le matériel nécessaire et d'entreprendre ce travail, ainsi que Messieurs DESASSIS, VARECHON et ZILLER qui ont bien voulu nous procurer et nous préparer les échantillons supplémentaires.

(Laboratoire de Physiologie Végétale de
l'I.D.E.R.T., Bondy)

BIBLIOGRAPHIE

- BEAUFILS (E.-R.). — Considérations physiologiques sur la composition minérale des graines d'Hevea. *Oléagineux*, n° 6, p. 379-384, 1956.
- BEIRNAERT (A.). — Introduction à la biologie florale du palmier à huile. INEAC. Série scientifique n° 5, 1935.
- BOUGY (E.). — Esters phosphoriques et sucres dans la betterave. *Ind. Agr. et alim.*, 1-27, 1957.
- BRIEY (J. de). — Le Palmier à huile (Documents de mission au Mayumbe, avec notes préliminaires de E. de Wildeman. *Bull. Matières grasses de l'Inst. Colonial de Marseille*, nos 5 et 6, 1920.
- BROESHART (H.). — The use of foliar analysis in oil palm cultivation. *Trop. Agriculture (Trinidad)*, 31 (3). P. 251-60, 1954.
- CARLES (J.). — L'évolution des glucides du Blé. *Bull. Soc. bot. fr.* T. 103, nos 3 et 4, p. 137-142, 1956.
- CERBULIS (J.). — Carbohydrates in Hazel (*Corylus* sp.). I. major sugar component in Turkish Hazelnut kernel. *J. Amer. Chim. Soc.* 77, n° 22, p. 6054-6, 1955.
- CHAPMAN (G.-W.) et GRAY (H.-M.). — Leaf Analysis and the nutrition of the Oil Palm. *Annals of Botany*. 13 (52), p. 415-433, 1949.
- CHOLLET (M.-M.). — Les fructosanes chez les Campanulacées. Thèse, 1941.
- CHOLLET (M.-M.). — Métabolisme du raffinose dans les tubercules de Betterave. *Mémoires Soc. Bot. de Fr.*, 1952, p. 170.
- CHOLLET (M.-M.), SCHEIDECKER (D.) et BOULOUX (M.). — Oses et holosides de l'*Elaeis Guineensis* Jacq. *C. R. Ac. Sci.* T. 244, n° 15, p. 2086-2088, 1957.
- DEDONDER (R.). — Glucides et composés voisins. *Bull. Soc. Chimique de France*. Vol. 9-10, n° 192, p. 874-83, 1952.
- DUPEYRON (R.). — Les glucides des graines oléagineuses. Leur rôle au cours de la germination. *Revue Gén. de Botanique*. T. 61, p. 261-85, 1954.
- FREMOND (Y.) et ORGIAS (A.). — Contribution à l'étude du système racinaire du palmier à huile. *Oléagineux*, n° 6, p. 345-50, 1952.
- GUERIN (H.-P.). — Contribution à l'étude du fruit et de la graine des palmiers. *Annales Sci. Nat. Bot. Fr.* T. 10, n° 1, p. 21-69, 1949.
- HENRY (P.). — Etudes cytologiques sur le Palmier à Huile. *I.R.H.O.* Série Scientifique n° 1, 1945.
- HENRY (P.). — Sur le développement des feuilles chez le Palmier à huile. *Revue Gén. de Bot.* T. 62, n° 734, p. 231, 1955.
- KOTTELANNE (E.). — Evolution du chimisme au cours de la croissance de la Betterave à sucre. *C. R. Ac. Sc.* 244, 491. 1957.

- LASCOMBES (S.) et CARLES (J.). — Le melibiose dans la physiologie d'*Aconitum Napellus* L. *C. R. Ac. Sc. T.* 242, n° 5, p. 664-6, 1956.
- POERCK (R.-A. de). — Contributions à l'étude du Palmier à huile africain. *Oléagineux*, n° 11, p. 623-8, 1950.
- PREVOT (P.) et OLLAGNIER (M.). — Peanut and Oil palm foliar diagnosis interrelations of N, P, K, Ca, Mg. *Plant Physiology*. Vol. 29, n° 1, p. 26, 1954.
- QUILLET (M.) et BOURDON (D.). — Sur le métabolisme glucidique du Soja (*S. hispida* var. *vilnensis*). Le maltose, fraction importante du stock glucidique extrait des pétioles, des tiges et des racines. *C. R. Ac. Sc. T.* 242, n° 8, p. 1054-6, 1956.
- SANDRET (F.-G.). — Etude préliminaire des glucides et du latex de la pulpe du fruit d'Argan (*Argania spinosa*). Variations au cours de la maturation. *Bull. Soc. Chimie Biologique*. N° 5-6, p. 619-31. 1957.
- SCHEIDECKER (D.) et PRÉVOT (P.). — Nutrition minérale du Palmier à huile à Pobé. *Oléagineux*, n° 1, p. 13-19. 1954.
- SCHEIDECKER (D.). — Teneur en glucides et nutrition minérale chez le Palmier à huile. *Oléagineux*, n° 12, p. 847-52, 1954.
- SCHEIDECKER (D.). — Morphologie et développement du système racinaire de l'*Elaeis* à Pobé (rapport non publié).
- SUBRAHMANYAN (V.), BAINS (G.-S.), MATARAJAN (C.-P.) et BHATIA (D.-S.). — The carbohydrates of tender kernel of Palmyra Palm (*Borassus flabelliformis* L.). *Arch. Biochem. Biophys.* U.S.A. T. 60, n° 1, p. 27-34, 1956.
- WILBAUX (R.). — Les besoins du Palmier à huile en matières nutritives. *Bulletin Agricole du Congo Belge*. 1937.
- YAMPOLSKY (C.). — A contribution to the study of the Oil Palm, *Elaeis Guineensis* Jacq. *Bulletin du Jardin botanique de Buitenzorg*. 1922.
- Rapport annuel de la Station de YANGAMBI : recherches sur l'activité photosynthétique du Palmier à huile. 1939.
- Rapports annuels de la Station de POBE. I.R.H.O.

600.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

FONDÉE PAR GASTON BONNIER

PUBLICATION MENSUELLE
(Editée avec le concours du Centre National de la Recherche scientifique.)

COMITÉ DE RÉDACTION

MM. BLARINGHEM
BUVAT
CHADEFAUD
CHOUARD

MM. COMBES
DE CUGNAC
EICHHORN
FELDMANN
GAUTHERET

M^{me} HUREL-PY
MM. MANGENOT
PLANTEFOL
ULRICH

RÉDACTEUR EN CHEF : M. AD. DAVY DE VIRVILLE

Extrait de la "Revue générale de Botanique"
Tome 65 - 1958

Danielle SCHEIDECKER,
Marie-Madeleine CHOLLET et Madeleine BOULOUX

GLUCIDES ET ÉLÉMENTS MINÉRAUX
CHEZ LE PALMIER A HUILE
(*Elaeis Guineensis* Jacq.)

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT

4, RUE DANTE, 4

1958

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 29 742-ep1

Cote : B