

# L'analyse des composantes de la noix du cocotier. Méthode de détermination de la teneur en huile

W. WUIDART (1)

**Résumé.** — La détermination de la teneur en huile de l'albumen de la noix de cocotier est faite à l'oléomètre, méthode précise et rapide permettant de réaliser de nombreuses analyses avec un personnel peu spécialisé. L'échantillon représentatif d'albumen est prélevé dans la zone équatoriale de la noix, coupé en portions d'environ  $1 \times 2$  cm, homogénéisé et râpé. 50 g de râpures fraîches sont séchées 20 h à 105 °C puis traitées à l'oléomètre en présence d'un solvant (orthodichlorobenzène). La teneur en huile est déterminée par lecture densimétrique avec correction de température. Les résultats des essais de mise au point de la méthode sont décrits avec, en particulier, le choix de l'échantillon, sa préparation et son traitement à l'oléomètre. Cette méthode est comparée à celle du Soxhlet. Tous les résultats sont calculés par ordinateur à partir des valeurs observées.

## I. — INTRODUCTION

Les plantations de cocotiers devraient de plus en plus être réalisées avec des semences sélectionnées à haut potentiel de production défini par le rendement en coprah par hectare.

Bien que le tourteau ne soit pas sans intérêt, c'est la quantité d'huile extraite qui fait la valeur du coprah, d'où l'utilité de connaître aussi le rendement en huile et dans la mesure où existe une certaine variabilité d'inclure ce caractère dans les programmes de sélection.

Sur une station de recherche comme celle de Port-Bouët en Côte-d'Ivoire, l'importance de la collection de matériel végétal et le grand nombre d'hybrides testés ont nécessité la mise au point d'une méthode rapide et précise de détermination de la teneur en huile.

Les méthodes les plus couramment utilisées à l'heure actuelle sont basées sur l'extraction au Soxhlet [1] qui donne une bonne précision mais demande des manipulations nombreuses et minutieuses. L'extraction très lente rend difficile la réalisation d'un grand nombre d'analyses. La méthode des restes [2] permet d'étudier plusieurs échantillons simultanément mais elle est d'un usage délicat et sa capacité de traitement demeure limitée.

Le C. N. T. A. a mis au point le procédé Oléomètre D10 pour le dosage des matières grasses, caractérisé par une grande rapidité d'analyse et des manipulations faciles et peu nombreuses, et Hahn et Ruysen [3] ont étendu l'utilisation de ce procédé.

Cette méthode a été adaptée avec succès pour mesurer la teneur en huile de la pulpe du fruit de palme [4].

Le présent article se propose de définir, à partir d'un certain nombre d'essais, une technique d'utilisation de l'oléomètre pour l'analyse de la richesse en huile de l'albumen et du coprah. Les principales difficultés étaient de prélever un échantillon représentatif et d'assurer une extraction identique à celle obtenue avec le Soxhlet.

## II. — ÉCHANTILLONNAGE

### 1. — Echantillon de noix.

Les variations de la teneur en huile des noix et des régimes ont été étudiées par Patel [5] et Romney [6,7]. A Port-Bouët, entre noix d'un même régime les coefficients de variations de la teneur en huile de l'albumen sec sont 1,8 pour l'hybride PB-121, 2,2 pour le GOA et 3,1 pour le Nain Jaune.

Ces valeurs sont très inférieures à celles du coprah (9 à 15 p. 100) et ne justifient donc pas la prise d'un échantillon plus important que celui défini par Meunier *et al.* [8], il pourra au contraire être réduit en fonction des résultats des essais en cours sur les variations de teneurs en huile entre régimes et arbres et sur l'influence de l'âge, des saisons et de la production.

Selon la nature des observations, l'échantillon sera de :

— **1 noix** par arbre (50 arbres) et par récolte (6 par an) pendant 6 ans pour connaître la valeur d'une population ou d'une lignée ; analyse des noix **individuellement** ;

— **4 noix** par arbre et par récolte (6 par an) pendant 2 ou 3 ans pour choisir un géniteur ; analyse des **4 noix ensemble** ;

— **1 noix** par arbre et par récolte (6 par an) pendant 6 ans dans le cas des essais plantés en dispositif statistique ; analyse des échantillons de noix **par parcelle élémentaire**.

### 2. — Echantillon d'albumen.

Le choix d'un échantillon représentatif d'albumen pour les mesures de matière sèche et de teneur en huile a été précisé par Wuidart et Rognon [9].

Le morceau d'albumen, testa comprise, doit être prélevé au couteau dans la zone équatoriale de la noix. Son poids varie de 5 g (38 noix ou plus) à 150 g (une noix) afin que l'échantillon total soit d'environ 150 g.

Pour ne pas prélever deux fois sur la même noix, dans le cas d'un échantillon de plusieurs noix, c'est toujours sur la demi-noix sans pore germinatif qu'est pris l'échantillon d'albumen. Cette méthode permet d'éviter la zone de l'embryon plus pauvre en huile

(1) Service Sélection de l'I. R. H. O., Station de Port-Bouët (Côte-d'Ivoire).

et plus riche en eau, et le pôle opposé plus pauvre en eau et plus riche en huile [9], ainsi que les différences observées par Nathanael [10] entre quatre zones réparties depuis la face intérieure du coprah jusqu'à la testa comprise.

Le coefficient de variation de la teneur en huile sur sec pour des échantillons prélevés sur les mêmes noix est faible (1 lot de 20 noix par variété ; 4 échantillons par lot) :

Coefficient variation huile sur sec :

— Nain Vert Guinée équatoriale.....	0,4
— Nain Jaune Malaisie .....	1,2
— Nain Rouge Cameroun.....	1,2
— Grand Ouest Africain .....	0,8
— Grand de Polynésie .....	0,7
— Grand de Malaisie .....	0,5
— Hybride PB-121 .....	0,5

### III. — MISE AU POINT DE LA MÉTHODE

Le procédé à l'Oléomètre utilise la modification de la densité d'une solution d'huile dans un solvant en fonction de la quantité d'huile dissoute après traitement de l'échantillon dans un broyeur-mixeur.

Pour faciliter le broyage, et donc assurer une bonne extraction, on fait subir à l'échantillon d'albumen un certain nombre de traitements, mais ceux-ci doivent s'effectuer sans perte d'eau ou d'huile.

#### 1. — Préparation de l'échantillon.

##### a) Réduction en fins morceaux.

Servant et Henry [4] ont montré que le traitement à l'oléomètre de pulpe fraîche de fruits de palme, renfermant 30 à 36 p. 100 d'eau conduisait à des résultats erronés. En revanche, les mesures étaient très satisfaisantes avec la pulpe sèche. Dans le cas de l'albumen de coco, encore plus riche en eau (40 à 60 p. 100) on n'a pas jugé utile de travailler sur albumen frais.

La préparation de l'échantillon va consister à le réduire en fins morceaux avant le broyage à l'oléo-

mètre. Deux solutions étaient possibles : soit effectuer cette opération sur l'albumen préalablement séché, soit directement sur albumen frais. Il s'est avéré que l'albumen frais se travaillait plus facilement et que l'utilisation d'une râpe donnait d'excellents résultats.

Les morceaux de l'échantillon d'albumen frais sont donc coupés au couteau en portions d'environ, 1 × 2 cm qui sont mélangées pour obtenir une bonne homogénéisation. L'analyse à l'oléomètre ne portant que sur 50 g de râpures prélevés sur les 150, cette homogénéisation faite avant le passage à la râpe est très importante car il est très difficile de la réaliser au stade albumen râpé. Les portions sont ensuite râpées avec une râpe à trous de 0,5 cm de diamètre. Les pertes en huile sont négligeables (5 p. 1000) par rapport au volume traité (150 g).

La qualité de l'homogénéisation a été testée en analysant 10 prélèvements d'un même échantillon (avec 9 répétitions) : l'écart type pour la teneur en huile sur sec varie de 0,27 à 0,70 (Tabl. I) et le coefficient de variation de 0,39 à 1,04. Pour la matière sèche, l'écart type est compris entre 0,58 et 1,08.

##### b) Obtention de l'albumen sec.

Des essais ont été réalisés pour définir la température et la durée de séchage à l'étuve des râpures d'albumen frais ; ils portaient sur deux températures 80° et 150 °C et sur 6 temps : 1, 3, 5, 7, 9 et 24 h (Tabl. II).

TABLEAU II. — Durée de séchage.  
Variation du poids sec en g

(Length of drying. Variation of dry weight in g)

Durée (Length) .....	1 h	3 h	5 h	7 h	9 h	24 h
Température						
80 °C .....	45,7	42,6	35,7	32,7	29,8	28,3
105 °C .....	43,8	33,9	29,5	28,5	28,6	28,2

— Poids frais (fresh weight) = 50 g.

— Moyenne sur (Mean of) 20 échantillons (samples).

Avec une température de 80 °C, la déshydratation est incomplète en 9 h, elle est terminée en 7 h à 105 °C.

TABLEAU I. — Homogénéité de l'échantillon de râpure  
(Homogeneity of shred sample)

	Répétitions (Replications)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Nombre échantillons (No. of samples) .	10	10	10	10	10	10	10	10	10
p. 100 d'huile sur sec (oil on dry)	Moyenne (Mean) .	68,36	67,24	68,63	69,24	69,86	68,86	69,36	69,60	69,59
	Variance .....	0,09	0,49	0,23	0,23	0,18	0,30	0,40	0,21	0,07
	Ecart-type (Standard deviation) ...	0,30	0,70	0,48	0,48	0,42	0,55	0,63	0,46	0,27
	Coefficient de (of) variation .....	0,44	1,04	0,70	0,69	0,60	0,80	0,91	0,66	0,39
p. 100 matière sèche (dry matter)	Moyenne (Mean) .	53,83	52,84	56,79	55,46	56,76	54,59	54,76	58,95	56,22
	Variance .....	1,17	0,54	1,02	0,67	0,73	0,43	0,37	0,33	0,46
	Ecart-type (Standard deviation) ...	1,08	0,73	1,01	0,82	0,86	0,65	0,61	0,58	0,68
	Coefficient de (of) variation .....	2,01	1,39	1,77	1,48	1,51	1,19	1,11	0,98	1,21

On n'observe pas de perte de matière sèche entre 7 et 24 h contrairement à ce qui a été écrit par certains auteurs ; il faut noter que dans le cas présent, le volume à traiter est important (50 g).

L'influence de la durée de séchage sur la teneur en huile a également été étudiée (Tabl. III) : une durée de 20 h à 105 °C n'entraîne pas de perte en huile.

Pour des raisons de commodités d'horaires de travail, on a retenu une durée de séchage de 20 h.

### c) Volume de râpures à traiter.

Pour le fruit de palme, l'analyse porte sur 40 g de pulpe fraîche. Dans le cas du cocotier, où l'albumen est plus riche en eau, 50 g de râpures fraîches seront nécessaires, correspondant à un poids sec compris entre 25 et 30 g.

Les 150 g de râpures permettent de faire sur certains échantillons pris au hasard des comparaisons de contrôle oléomètre-Soxhlet.

## 2. — Traitement à l'oléomètre.

Les râpures sèches sont mélangées dans le bol de l'oléomètre avec 100 ml de solvant (orthodichlorobenzène) et broyées pendant 3 mn. Après filtration du broyat, la densité et la température sont mesurées sur la solution bien homogénéisée.

L'orthodichlorobenzène a été choisi comme solvant, sa densité de 1,306 à 20 °C étant très éloignée de celle des corps gras et sa volatilité étant très faible [4]. Les 100 ml sont nécessaires pour avoir une bonne extraction.

L'oléomètre a été comparé au Soxhlet, puis on a observé la précision de cette méthode. Ces essais ont

été réalisés par M. Servant dans les laboratoires de l'I. R. H. O. à Paris, à partir de râpures d'albumen séchées provenant de la Station de Port-Bouët.

### a) Comparaison oléomètre-Soxhlet.

L'échantillon de râpures sèches était séparé en deux lots, de 30 g pour la mesure à l'oléomètre et 10 g pour l'extraction au Soxhlet ; 52 échantillons ont ainsi été traités provenant de 4 variétés (Tabl. IV).

La moyenne du pourcentage d'huile sur sec obtenue à l'oléomètre n'est pas statistiquement différente de celle du Soxhlet : 67,03 p. 100 contre 66,92.

Depuis janvier 1977, 352 doublets oléomètre-Soxhlet ont été faits par le laboratoire de Port-Bouët avec, pour chacun, 50 g de râpures fraîches. La teneur en huile sur frais a été en moyenne de 38,00 pour l'oléomètre et 37,77 pour le Soxhlet, confirmant le bien-fondé de la méthode à l'oléomètre.

### b) Précision de l'oléomètre.

L'essai comprenait deux répétitions de 10 échantillons pour l'oléomètre et 10 pour le Soxhlet prélevés après homogénéisation.

Pour ces deux répétitions, la précision a été de  $67,9 \pm 0,2$  p. 100 d'huile sec ( $\sigma = 0,3$ ,  $t = 2,2$  à 5 p. 100) et  $67,5 \pm 0,4$  ( $\sigma = 0,5$ ,  $t = 2,2$  à 5 p. 100). Au Soxhlet, les résultats sont de  $67,0 \pm 1,3$  et  $67,8 \pm 0,9$ .

L'homogénéité de l'échantillon a également été observée, le coefficient de variation entre échantillons est de 0,4 dans le cas de la première répétition et 0,8 pour la seconde.

TABLEAU III. — Durée de séchage et teneur en huile  
(length of drying and oil content)

Traitement (Treatment)	Poids frais (Fresh weight) g	Poids sec (Dry weight) g	p. 100 huile sur frais (Oil/fresh)	p. 100 huile sur sec (Oil/dry)
Etuve (Oven) 105 °C				
3 h .....	50,0	33,5	37,4	55,8
7 h .....	50,0	27,2	37,7	69,3
20 h .....	50,0	27,3	37,7	69,1

Moyenne (Mean) : 10 analyses par traitement (10 analysis/treatment).

TABLEAU IV. — Comparaison oléomètre (O)-Soxhlet (S) en p. 100 d'huile sur sec  
(Oleometer (O)-Soxhlet (S) comparison in p. 100 oil/dry)

Echantillons (Samples)	O	S	O	S	O	S	O	S
1.....	65,77	66,83	63,36	63,77	63,73	64,42	67,90	68,64
2.....	66,43	67,04	58,09	59,30	64,10	64,90	66,38	67,10
3.....	66,56	67,29	62,90	63,00	64,84	66,78	68,42	68,82
4.....	68,00	68,56	63,21	63,90	65,85	65,92	68,47	69,08
5.....	66,37	66,64	68,90	67,20	65,00	65,95	70,00	70,00
6.....	69,00	69,91	67,10	66,50	61,00	62,17	70,15	71,23
7.....	67,73	68,54	67,70	66,10	65,16	65,65	68,00	66,50
8.....	66,82	67,27	68,10	67,05	67,75	67,93	71,60	70,40
9.....	68,23	69,44	67,85	67,20	69,00	68,70	68,40	67,80
10.....	67,15	67,65	67,60	67,20	65,25	64,60	70,65	70,50
11.....	69,25	67,80	64,95	63,50	68,85	67,50	71,05	70,90
12.....	69,00	67,50	67,55	66,00	68,20	66,40	69,00	68,30
13.....	68,30	66,60	67,85	66,10	64,00	64,00	68,90	67,90
Moyenne (Mean) .....	67,59	67,77	65,78	65,13	65,59	65,76	69,15	69,01

L'utilisation de l'oléomètre pour déterminer la richesse en huile de l'albumen répond parfaitement aux besoins du sélectionneur ; par sa facilité d'emploi et sa grande rapidité, il permet des observations nombreuses et précises.

#### IV. — DESCRIPTION DE LA MÉTHODE

Les différentes manipulations et observations pour l'analyse du coprah et de l'huile sont résumées dans la figure 1.

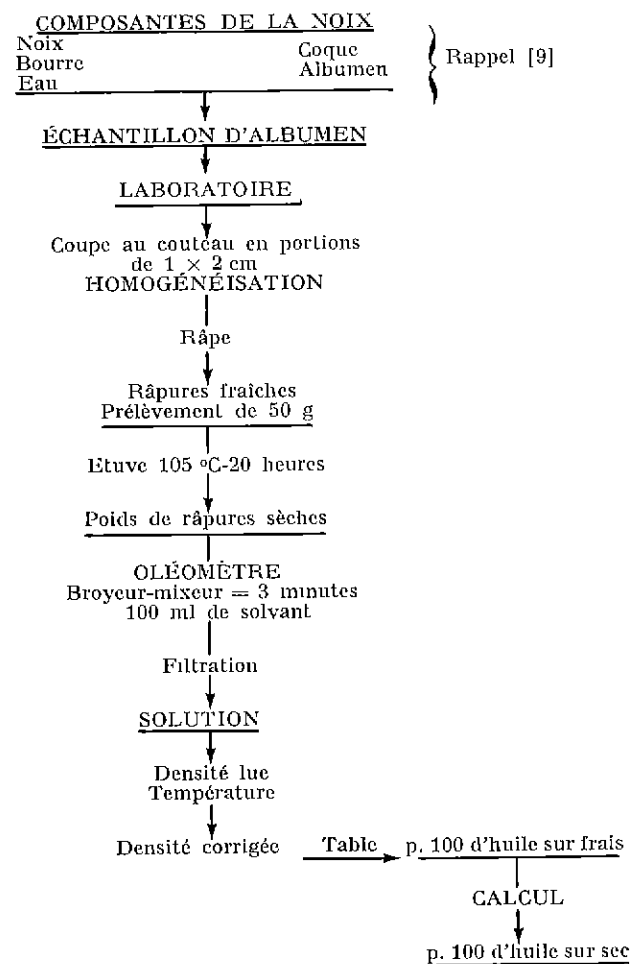


FIG. 1. — Analyse des composantes de la noix ; coprah et huile

##### 1. — Composantes de la noix et échantillon d'albumen.

L'analyse des constituantes de la noix (fruit, bourre, eau, coque et albumen) et le prélèvement de l'échantillon représentatif d'albumen pour la détermination du coprah ou du coprah et de l'huile ont été décrits par Wuidart et Rognon [9] dans un précédent article.

##### 2. — Préparation de l'échantillon.

Coupé au couteau, sur une plaque en verre, en portions d'environ 1 × 2 cm, l'échantillon d'albumen est homogénéisé puis râpé dans un appareil ménager électrique. Le diamètre des trous de la râpe seront voisins d'un demi-centimètre.

100 à 150 g de râpures fraîches d'albumen sont ainsi obtenus, sur lesquels on prélève 50 g avec une balance au centigramme.

Les manipulations sont faites rapidement après le prélèvement des morceaux d'albumen dans une salle à température et hygrométrie ambiantes. Les échantillons et les râpures sont placés en sachet de plastique repéré pour éviter des pertes en eau.

Après pesée, les 50 g de râpures fraîches sont mis dans une boîte en aluminium et séchés 20 h dans une étuve à 105 °C, ils sont ensuite pesés.

Les poids frais et secs de râpures permettent de calculer le pourcentage de matière sèche et donc le coprah.



Pesée de la pulpe fraîche ; au fond : les Soxhlets pour contrôle (*Weighting of fresh pulp ; in the background : the Soxhlets for checking*).

##### 3. — Mesure de la teneur en huile (oléomètre).

L'oléomètre comprend un broyeur-mixeur et une presse à vis pour filtration. Les manipulations ont lieu en salle climatisée.

L'échantillon de râpures sèches préalablement pesé est placé dans le bol de l'oléomètre avec 100 ml de solvant (orthodichlorobenzène) à l'aide d'un flacon doseur.

Le bol, refroidi par une circulation d'eau entre la double paroi, est fixé avec soin sur le broyeur-mixeur.

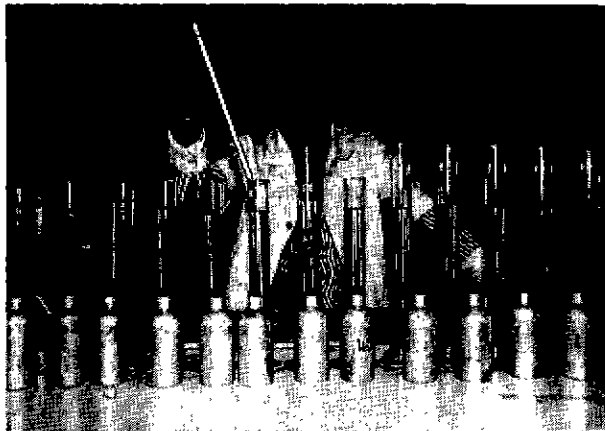
Après 3 mn de broyage, on laisse reposer environ 1 mn pour que l'« aérosol » de solvant produit par la forte agitation ait le temps de se déposer, puis on démonte le bol et le broyat est transvasé dans la



Oléomètre et filtration sous hotte aspirante (*Oleometer and filtration under exhaust hood*).

presse à vis pour être filtré. La solution recueillie est conservée dans un flacon pendant quelques heures pour avoir une bonne homogénéité, puis placée dans une éprouvette pour les lectures de densité et de température.

La densité variant avec la température, la température de base a été fixée à 27 °C, correspondant à la



Mesures de température et de densité sur le mélange solvant + huile (Temperature and density measurements on the solvent + oil mixture).

moyenne ambiante enregistrée à Port-Bouët. Les lectures devront se faire autour de 27 °C, soit entre 26 et 28 °C.

La teneur en huile sur frais est lue, à partir de la densité corrigée par la température, sur une abaque préalablement établie à 27 °C et pour 50 g d'albumen frais en mélangeant 100 ml d'orthodichlorobenzène à des quantités connues d'huile de coco brute variant de 16 à 60 p. 100 d'huile. L'abaque est assimilée à deux droites, elle est calculée pour tout nouveau fût de solvant.

Le pourcentage d'huile sur sec s'obtient à partir de la teneur en huile sur frais et des poids frais et secs de l'échantillon.

L'oléomètre est régulièrement contrôlé par des doublets oléomètre-Soxhlet à raison d'environ un pour 20 à 25 analyses. Ces doublets permettent de déceler rapidement une erreur éventuelle dans la manipulation ou l'abaque et d'y remédier.

## V. — CALCUL ET ENREGISTREMENT

Les données sont portées sur des imprimés spéciaux et seront ensuite transcrites sur fiches perforées pour être traitées par un ordinateur [11] (Fig. 2).

I.R. H. O. STATION DE PORT-BOUËT ANALYSES DE NOIX ABACQUE N° 3/22 FICHE 100 F 11 N° 5222222

NO	TEMPÉRATURE										DENSITÉ										HAUTEUR										TENEUR																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1																																																		
2																																																		

FIG. 2. — Fiche d'enregistrement des résultats d'analyse (Record sheet for analysis results).

Le calcul des composantes de la noix (fruit, bourre, eau, coque, albumen) est décrit dans l'article de Wuidart et Rognon [9]. Les autres composantes sont calculées comme suit :

P. 100 de matière sèche (p. 100 M. S.) =

$$= \frac{\text{poids d'albumen sec}}{\text{poids d'albumen frais (50 g)}} \times 100$$

Poids de coprah à 6 p. 100 =

$$= \frac{\text{poids d'albumen} \times \text{p. 100 M. S.}}{0,94}$$

P. 100 d'huile sur albumen frais (p. 100 H/F) =

= report sur une table (abaque) de la densité corrigée  
= densité lue corrigée par la température.

P. 100 d'huile sur albumen sec (p. 100 H/S) =

$$= \text{p. 100 H/F} \times \frac{\text{poids d'albumen frais (50 g)}}{\text{poids d'albumen sec}}$$

$$\text{ou} = \frac{\text{p. 100 H/F}}{\text{p. 100 M. S.}}$$

Poids d'huile = p. 100 HF × poids d'albumen

ou = p. 100 HS × poids d'albumen × p. 100 M. S.

A partir de ces valeurs, et du nombre de noix relevé sur le terrain, il est facile d'estimer le coprah et l'huile/hectare pour un matériel déterminé.

## VI. — CONCLUSION

Pour la détermination de la teneur en huile de la noix du cocotier, l'oléomètre répond pleinement aux besoins du sélectionneur. C'est une méthode précise et rapide, nécessitant un personnel peu spécialisé. Un seul appareil permet de traiter chaque jour 80 à 100 échantillons.

La possibilité de réaliser un grand nombre d'analyses (18 000 prévues en 1978 à Port-Bouët) devrait fournir rapidement des résultats intéressants.

Les premières observations faites sur la Station ont montré qu'il existait une assez grande variabilité du caractère teneur en huile allant de 65 p. 100 d'huile

pour le Nain Jaune Malaisie à 74 p. 100 pour le Grand Ouest Africain, soit une variation de 14 p. 100.

L'héritabilité de ce caractère est en cours d'étude. Ces résultats orienteront très vraisemblablement les recherches vers une augmentation du rendement en huile.

Actuellement, la richesse en huile n'intervient pas dans la détermination du prix du coprah. Une amélioration suffisante de ce caractère pourrait présenter un réel intérêt économique pour les utilisateurs et permettre un accroissement de la rémunération du planteur.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] ROMNEY D. H. (1965). — Une méthode de détermination de la teneur en huile du coprah. *Oléagineux*, 20, p. 21-23.
- [2] ANDRÉ E. et M<sup>lle</sup> CARBOUERES M. (1953). — *Oléagineux*, 8, p. 441-449.
- [3] HAHN D. and RUYSSSEN B. (1959). — Appareil permettant l'extraction et le dosage rapide des matières grasses en laboratoire (Oléomètre D10-C. N. T. A.). *L'Agronomie Tropicale* 14 (6), p. 721-726.
- [4] SERVANT M. et HENRY J. (1963). — Détermination de la richesse en huile de la pulpe du fruit de palme. *Oléagineux*, 18, p. 339-341.
- [5] PATEL J. S. (1938). — The coconut. A Monograph Govt. Press, Madras Chapter 10, p. 203-210.
- [6] ROMNEY D. H. (1967). — Factors affecting the assessment of oil production in coconut fields. *Tech. Meeting on Cocon. Production*, South Pacific Commission, Rangiroa.
- [7] ROMNEY D. H. (1963-64). — Fourth report Coconut Industry Board, p. 32-33.
- [8] MEUNIER J., ROGNON F. et de NUCÉ de LAMOTHE M. (1977). — L'Analyse des composantes de la noix du cocotier. Étude de l'échantillonnage. *Oléagineux*, 32, p. 9-14.
- [9] WUIDART W. et ROGNON F. (1978). — L'Analyse des composantes de la noix du cocotier. Méthode de détermination du coprah. *Oléagineux*, 33, p. 225-233.
- [10] NATHANAEL W. R. N. (1959). — Moisture en other quality factors of copra. Second Session Working Party F. A. O. Group on Coconut and Coconut Products.
- [11] BACHY A. (1971). — L'Informatique au service de la Sélection et de l'Expérimentation sur Palmier à huile. *Oléagineux*, 26, p. 747-752.

## SUMMARY

### Analysis of nut Components of the Coconut. Method for determining Oil content.

W. WUIDART, *Oléagineux*, 1978, 33, N° 6, p. 283-290.

The determination of the oil content in the albumen of the coconut is done by oleometer, a precise and rapid method which makes it possible for fairly unspecialized personnel to carry out many analyses. The representative sample of the albumen is taken from the equatorial zone of the nut, cut into pieces about 1 × 2 cm, homogenized and shredded. 50 grams of fresh shreds are dried 20 hours at 105 °C, then treated in the oleometer with a solvent (orthodichlorobenzene). The oil content is determined by densimetric readings with temperature correction. The results of the precision trials are described herein, particularly the choice of the sample, its preparation, and treatment in the oleometer. This method is compared to that of Soxhlet. All of the observed data are calculated on a computer.

## RESUMEN

### Análisis de las componentes de la nuez de coco. Método de determinación del contenido de aceite.

W. WUIDART, *Oléagineux*, 1978, 33, N° 6, p. 283-290.

La determinación del contenido de aceite del albumen de la nuez de coco se realiza con un oleómetro ; este método preciso y rápido permite realizar muchos análisis con un personal poco especializado. Se toma la muestra representativa de albumen en la zona del ecuador de la nuez, cortándola en porciones de poco más o menos 1 × 2 cm, homogeneizándola y rallándola. Se secan 50 gramos de ralladuras frescas durante 20 horas a 105 °C, luego se los trata con oleómetro en presencia de un disolvente (ortodichlorobenceno). Se determina el contenido de aceite por lectura densimétrica con corrección de temperatura. Se describen los resultados de los ensayos de elaboración del método, especialmente la elección de la muestra, la preparación de la misma y su tratamiento con oleómetro. Se compara este método con el de Soxhlet. Se calculan todos los resultados por ordenador a partir de los valores observados.

## Analysis of nut Components of the Coconut Method for determining Oil Content

W. WUIDART (1)

### I. — INTRODUCTION

Coconut plantations should be realized more and more with selected seeds of high production potential as defined by the yield in copra per hectare.

Although the presscake is not without interest, it is the quantity of oil which can be extracted which determines the value of the copra, thus it is useful to know the oil yield, and this character, where a certain variability exists, should be included in the plant breeding programme.

In a research station such as that in Port-Bouet in the Ivory Coast, the large collection of planting material and the number of tested hybrids make it imperative to perfect a rapid and precise method of determining oil content.

The most widely used methods today are based on Soxhlet extraction [1] which is very precise but requires numerous and meticulous manipulations. The very slow extraction makes it difficult to carry out a large number of analyses. The remainder method [2] makes it possible to study several samples at once, but it is tricky to use and its treatment capacity is limited.

The C. N. T. A. perfected the Oleometer D 10 process for the quantity analysis of lats ; this procedure involves few and easy manipulations, and gets quick analysis results and Hahn and Ruyssen [3] developed the use of this process.

It has been successfully adapted to measure the oil content of palm fruit pulp [4].

In this article it is intended on the basis of a certain number of trials to define a technique for utilizing the oleometer to analyze the oil content of albumen and of copra. The principal difficulties have been to take representative samples and to be sure that the extractions were identical to those obtained with the Soxhlet.

(1) Plant Breeding Service, I. R. H. O., Port-Bouët Station (Ivory Coast).

## II. — SAMPLING

### 1. — Nut sample.

Variations in oil content among nuts and among bunches have been studied by Patel [5] and Romney [6, 7]. In Port-Bouet, between the nuts of one bunch the coefficients of variation in oil content of dry albumen are 1.8 for PB-121 hybrids, 2.2 for WAT and 2.1 for Yellow Dwarf.

These values are far below those of the copra (9-15 p. 100), and thus do not justify a larger sample than that defined by Meunier *et al.* [8]. On the contrary, it could be reduced, according to the results of the trials now in progress in oil content variations between bunches and trees and on the influence of age, season and production.

Depending upon the nature of the observations, sampling should be :

— **1 nut** per tree (50 trees) and per harvest (6 per year) for six years to ascertain the value of a population or a line ; nuts should be analyzed **individually** ;

— **4 nuts** per tree and per harvest (6 per year) for 2 or 3 years to choose a parent tree ; analysis of 4 nuts taken **together** ;

— **1 nut** per tree and per harvest (6 per year) for 6 years for trials planted in a statistical design ; nut samples are analyzed **by elementary plot**.

### 2. — Albumen sample.

The procedure for choosing a representative sampling of albumen for dry matter and oil content measurements has been elaborated by Wuidart and Rognon [9].

The piece of albumen, including the testa, must be taken with a knife from the equatorial zone of the nut. Its weight varies from 5 g (30 nuts or more) to 150 g (one nut) ; the total weight should be around 150 g.

To avoid taking more than one sample from any one nut where several are being sampled, it is always from the half-nut without the germ pore that the albumen sample is taken. This makes it possible to avoid the embryo zone, which is poorer in oil and richer in water, and the opposite pole which is poorer in water and richer in oil [9], as well as the differences observed by Nathanael [10] between four zones ranging from the inner surface of the copra up to and including the testa.

The coefficient of variation in oil/dry of the samples taken from the same nuts is low (1 lot of 20 nuts per variety ; 4 samples per lot) :

— Equatorial Guinea Green Dwarf.....	0.4
— Malayan Yellow Dwarf.....	1.2
— Cameroon Red Dwarf.....	1.2
— West African Tall.....	0.8
— Polynesian Tall.....	0.7
— Malayan Tall.....	0.5
— PB-121 hybrid.....	0.5

## III. — ELABORATION OF THE METHOD

The oleometer process uses the density modification of an oil + solvent solution in function of the quantity of oil dissolved, after the sample has been ground in a blender.

To facilitate grinding, and thus be sure of good extraction, the albumen sample undergoes a certain number of treatments ; but these must be effected without any loss of water or oil.

### 1. — Preparation of the sample.

#### a) Cutting into fine pieces.

Servant and Henry [4] showed that treatment in the oleometer of fresh palm fruit pulp with a 30-36 p. 100 water content, gave erroneous results. But very satisfactory measurements have been obtained with dry pulp. With coconut albumen still richer in water (40-60 p. 100), it was judged useless to work on fresh albumen.

The sample is prepared by reducing it to small fragments before grinding in the oleometer ; this can be done either on the albumen dried beforehand or straight away on the fresh albumen. It was found easier to work on the latter and that a shredder could be used to excellent effect.

The pieces of the fresh albumen sample are then knifecut into 1 × 2 cm bits, which are mixed to homogenize them. The oleometer analysis is conducted on only 50 g out of the 150 g, and this homogenization before shredding is very important, because it is very difficult to do it with the shredded albumen. The portions then go through a shredder with 0.5 cm diameter holes. Oil losses are negligible (5 p. 1 000) as compared with the volume treated (150 g).

The quality of homogenization has been tested by analyzing 10 samples from one sampling (with 10 replications) ; the standard deviation in oil/dry varies from 0.27 to 0.70 (Table I) and the coefficient of variation from 0.39 to 1.04. For dry matter, the standard deviation is between 0.58 and 1.08.

#### b) Obtaining the dry albumen.

Trials have been conducted to define the temperature and length of oven drying of fresh albumen shreds ; two temperatures were tested, 80 °C and 150 °C, and 6 time lengths, 1, 3, 5, 7, 9, and 24 hours (Table II).

At 80 °C, dehydration was still incomplete after 9 hours ; it is complete in 7 hours at 105 °C. No loss of dry matter is observed between 7 and 24 hours, contrary to what has been observed by other authors. It should be noted that in the present case the volume to be treated was large (50 g).

The influence of the length of drying time on oil content was also studied (Table III) : 20 hours at 105 °C caused no oil loss.

To fit in with working hours, the drying time was fixed at 20 hours.

#### c) Volume of shreds to be treated.

For palm fruit, 40 g of fresh pulp is analyzed. For coconut, albumen, which is richer in water, 50 g of fresh shreds will be necessary, corresponding to a dry weight between 25 and 30 g.

The 150 g of shreds make it possible to cross-check between oleometer and Soxhlet results on certain samplings taken at random.

## 2. — Oleometer treatment.

Dry shreds are mixed in the oleometer bowl with 100 ml of solvent (orthodichlorobenzene) and ground for 3 minutes. After filtration of the ground mixture, density and temperature are measured in the thoroughly homogenized solution.

Orthodichlorobenzene was chosen as the solvent because its density (1.306 at 20 °C) was very different to that of fats and oils, and its volatility very low [4]. 100 ml are necessary to get a good extract.

The oleometer was compared to the Soxhlet, and the precision of this method observed. These trials were carried out by M. Servant in the I. R. H. O. laboratories in Paris with dried albumen shreds from the Port Bouet station.

#### a) Oleometer — Soxhlet comparison.

The sample of dried shreds was separated into two parts, 30 g for the oleometer measurement and 10 g for the Soxhlet extraction. Fifty-two samples of 4 different varieties were thus treated (Table IV).

The mean oil/dry percentage obtained with the oleometer was no different statistically from that obtained with the Soxhlet : 67.03 p. 100 as compared to 66.92.

Since January 1977, 352 oleometer-Soxhlet doublets have been compared at the Port Bouet laboratory with 50 g of fresh shreds each. The average oil/fresh content was 38.00 for the oleometer, and 37.77 for the Soxhlet, confirming the reliability of the oleometer method.

#### b) Precision of the oleometer.

The trial included two replications of 10 samples for the oleometer and 10 for the Soxhlet, taken after homogenization.

For the two replications, the precision was  $67.9 \pm 0.2$  p. 100 of oil/dry ( $\sigma = 0.3$ ,  $t = 2.2$  at 5 p. 100) and  $67.5 \pm 0.4$  ( $\sigma = 0.5$ ,  $t = 2.2$  at 5 p. 100). On Soxhlet, the results were  $67.0 \pm 1.3$  and  $67.8 \pm 0.9$ .

The homogeneity of the sample was also observed ; the coefficient of variation between samplings was 0.4 in the first replication and 0.8 in the second.

The use of the oleometer to determine albumen oil content responds perfectly to the requirements of the plant breeder ; its easy use and great rapidity make it an excellent means of obtaining numerous and precise observations.

## IV. — DESCRIPTION OF THE METHOD

The different manipulations and observations in analyzing copra and oil are summarized in figure 1 overleaf.

### 1. — Components of the nut and albumen sample.

The analysis of the nut components (fruit, husk, water, shell, and albumen) and the representative sampling of albumen for determining copra or copra and oil are described by Wuidart and Rognon [9] in a preceding article.

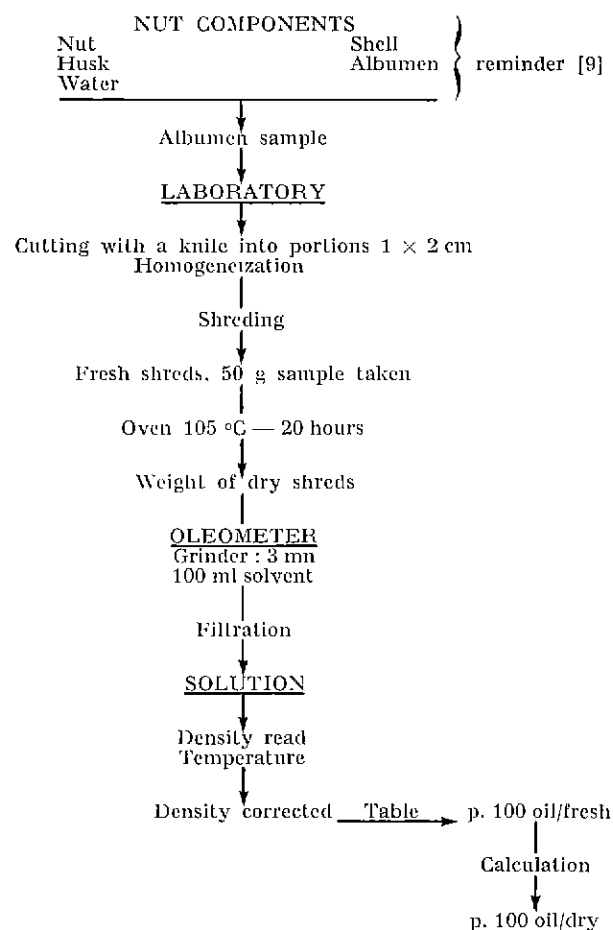


FIG. 1. — Analysis of nut components ; copra and oil.

## 2. — Preparation of the sample.

Knife-cut into 1 × 2 cm pieces on a glass plate, the albumen sample is homogenized, then shredded in an electrical household appliance using the cutter with 0.5 cm holes.

100-150 g of fresh shreds are thus obtained, and 50 g are measured out on a centigram balance.

After the albumen sample is taken, all manipulations are done rapidly in a room at surrounding temperature and relative humidity. The samples and shreds are placed in marked plastic bags to avoid loss of water.

After weighing, the 50 g of fresh shreds are placed in an aluminium box and dried for 20 hours in an oven at 105 °C ; they are then weighed again.

The percentage of dry matter, and thus of copra, can be calculated from the fresh and dry weights.

## 3. — Measuring the oil content (Oleometer).

The oleometer incorporates a grinder-blender and a screw press for filtering. Manipulations take place in an air-conditioned room.

The sample of dried shreds, previously weighed, is placed in the oleometer bowl with 100 ml of solvent (orthodichlorobenzene) with a measuring flask.

The bowl, cooled by water circulating in the double jacket, is carefully set on the grinder-blender.

After three minutes grinding, it is left to rest for about one minute to allow the « aerosol » of solvent caused by the

high-speed beating to settle, and then the bowl is removed and the mixture poured into the screw press to be filtered. The solution recovered is kept in a flask for a few hours to insure a good homogeneity, then placed in a test tube for density and temperature readings.

The density varies with the temperature, and so the basic temperature is fixed at 27 °C, corresponding to the average surrounding temperature recorded at Port Bouet. Readings should be taken around 27 °C, i. e. between 26 °C and 28 °C.

The oil on fresh content is read on the basis of density corrected by temperature on a table pre-established at 27 °C and for 50 g of fresh albumen, mixing 100 ml of orthodichlorobenzene with known quantities of crude coconut oil ranging from 16-60 p. 100 oil. The table is adjusted to two straight lines and is recalculated for each new drum of solvent.

The p. 100 oil/dry is obtained from the p. 100 oil/fresh, and the fresh and dry weights of the sample.

The oleometer is regularly checked by oleometer Soxhlet doublets, about once in every 20-25 analyses. This double check rapidly indicates possible errors in manipulations or the table and allows for their correction.

## V. — CALCULATIONS AND RECORDING

The data are recorded on special forms and then transcribed onto perforated cards for computer processing [11] (Fig. 2). Calculation of the nut components (fruit, husk, water, shell, albumen) is described in the article by Wuidart and Rognon [9]. The other components are calculated as follows :

P. 100 dry matter (p. 100 D. M.) =

$$= \frac{\text{weight of dry albumen}}{\text{weight of fresh albumen (50 g)}} \times 100$$

Weight of copra at 6 p. 100 =

$$= \frac{\text{weight of albumen} \times \text{p. 100 D. M.}}{0.94}$$

P. 100 oil on fresh albumen (p. 100 O/F) =

$$= \text{enter on a table the corrected density} \\ = \text{density read, corrected by the temperature}$$

P. 100 oil on dry albumen (p. 100 O/D) =

$$\text{p. 100 O/F} \times \frac{\text{weight of fresh albumen (50 g)}}{\text{weight of dry albumen}} \text{ or } = \frac{\text{p. 100 O/F}}{\text{p. 100 D. M.}}$$

Oil weight = p. 100 O/F × weight of albumen

$$\text{or } = \text{p. 100 O/D} \times \text{weight of albumen} \times \text{p. 100 D. M.}$$

Using these values and the number of nuts counted in the field, it is easy to estimate the copra and oil/hectare for a given material.

## VI. — CONCLUSION

To determine the oil content of the coconut, the oleometer corresponds perfectly to the plant breeder's needs. It is a precise and rapid method, not requiring highly specialized personnel. One oleometer can be used to treat 80-100 samples per day.

The possibility of realizing a large number of analyses (18,000 are planned during 1978 at Port-Bouet) should afford interesting results in a short time.

The first observations made at the station showed that there is a rather wide variation in the oil content of coconuts, going from 65 p. 100 in the Malayan Yellow Dwarf to 74 p. 100 in the West African Tall, or a variation of 14 p. 100.

The heritability of this character is now being studied, and the results will very probably orient research towards higher oil yields.

At the present time, oil content is not considered in assessing copra prices. A significant improvement in this character could be of very real economic interest to the users, and increase the profits of the planter.

