

L'analyse des composantes de la noix du cocotier — Étude de l'échantillonnage ⁽¹⁾

J. MEUNIER, (2) F. ROGNON, (3) M. de NUCÉ de LAMOTHE (4)

Résumé. — Pour connaître l'échantillonnage minimal permettant de déterminer la composition moyenne des noix d'un arbre ou d'un ensemble d'arbres, on a analysé systématiquement toutes les noix produites pendant 3 ans par 2 populations de cocotiers différant par leur variabilité : Grand Ouest Africain et Polynésie. Sept caractères ont été étudiés : poids de la noix, poids de la noix débouurrée, poids de bourre, poids d'eau, poids de coque, poids d'albumen et poids de coprah. Excepté pour le poids d'eau et la bourre, trop variables, il apparaît qu'une année d'observation pourrait suffire à comparer des arbres ou des lignées plantés dans un même essai. Cependant, du fait des variations saisonnières et annuelles, l'obtention de valeurs absolues nécessiterait l'observation de 4 noix tous les 2 mois pendant 2 ou 3 ans pour connaître un arbre et de 1 noix tous les 2 mois sur 50 arbres pendant 5 à 6 ans pour évaluer une lignée. Ces données maximales doivent pouvoir être réduites pour des matériels plus homogènes tels que les hybrides ou les nains autogames.

Mots clés : Cocotier, Composition de la noix, Echantillonnage, Variations.

INTRODUCTION

Dans les 10 dernières années, la sélection du cocotier, *Cocos nucifera*, a accompli des progrès spectaculaires. Pour la poursuite de cette amélioration, un important programme a été mis en place. Il convient maintenant de l'observer de façon précise afin d'exploiter au mieux ses résultats.

Ceci suppose que l'on puisse caractériser les souches (variété, population, peuplement naturel...), que l'on sache analyser leurs descendances, et que l'on soit en mesure de déterminer la valeur des individus destinés au rôle de géniteurs dans les programmes de sélection ou de production de semences.

L'enregistrement de la production totale de noix est aisé, en revanche l'analyse de la composition moyenne de ces noix présente plus de difficultés. Si la technique d'analyse de la noix a su, à partir de procédés parfois empiriques, évoluer vers une méthode standard précise, l'échantillon de noix à analyser reste à déterminer.

Un essai a été mis en place à Port-Bouet (Côte-d'Ivoire) en 1970 pour résoudre ce problème qui se résume en deux questions fondamentales :

- 1) Combien de noix faut-il analyser par cocotier pour connaître cet arbre avec une précision donnée ;
- 2) Combien d'arbres et combien de noix par arbre faut-il étudier pour obtenir, avec une précision donnée, une estimation de la valeur d'une population.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Cette étude a été conduite sur deux populations de cocotiers Grands, plantées de 1957 à 1959 :

- « Polynésie », population considérée très hétérogène (parcelle 23) ;
- « Grand Ouest Africain » (GOA) assez homogène (parcelle 21).

(1) Communication présentée à l'International Symposium on Coconut Research and Development à Kasaragod (Inde) du 28 au 31 décembre 1976.

(2) Département Sélection de l'I. R. H. O. à Paris.

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

(4) Département Sélection Cocotier de l'I. R. H. O., Station de Port-Bouet (Côte-d'Ivoire).

Dans chaque population, 50 arbres ont été retenus au hasard, sur lesquels on a récolté et analysé toutes les noix pendant 3 ans (juillet 1970 à juin 1973).

Les noix récoltées ont été repérées par le matricule de l'arbre et le numéro d'ordre du régime auquel elles appartenaient. Après un mois de stockage, elles ont été débouurrées et cassées, puis l'albumen séché au four.

Pour chaque noix on a déterminé 7 caractères : poids de la noix, poids de la noix débouurrée, poids de bourre, poids d'eau, poids de coque, poids d'albumen et poids de coprah.

Ces données ont été mises sur ordinateur afin de calculer les moyennes, variances et coefficients de variation par arbre en fonction :

- de la durée d'observation : 6, 12, 18, 24, 36 mois ;
- du mode d'échantillonnage : fractionnel (1 noix sur 2, 5, 10...), par régime (1 noix sur 2, 5, 10... par régime), périodique (1 noix par semestre, 1 noix par trimestre, 1, 2... noix par récolte, correspondant respectivement à 2, 4, 6, 12... noix par an) ;
- de la combinaison des deux facteurs : durée et mode d'échantillonnage.

Tous ces échantillons ont été composés par tirage au sort dans l'ensemble des noix.

RÉSULTATS

Le tableau I présente les résultats portant sur l'ensemble des noix produites en trois années, pour les deux populations.

Grand Ouest Africain et Polynésie diffèrent sensiblement pour tous les caractères et on constate, comme prévu, que la variabilité entre arbres est plus grande dans la souche polynésienne. En revanche, les noix d'un même arbre sont beaucoup plus homogènes chez le Polynésie que chez le GOA.

En fait, la variabilité entre arbres est supérieure à la variabilité par arbre (entre noix) chez le Polynésie, alors que l'inverse est constaté chez le GOA. Ceci signifie que pour une même précision espérée on doit s'attendre à observer moins d'arbres mais plus de noix par arbre pour le GOA que pour le Polynésie.

Le poids d'eau dans la noix, et à moindre degré la bourre, présentent un coefficient de variation très élevé rendant ces caractères difficilement observables.

TABLEAU I

**Composition de la noix de deux populations de cocotiers : Grand Ouest Africain et Polynésie
(analyse de toutes les noix, 50 arbres, 3 années)**

(Nut composition of two coconut populations : West African Tall and Polynesia — analysis of all nuts on 50 trees for 3 years)

Poids (Weight) g.

	Grand Ouest Africain (West african tall)			Grand Polynésie (Polynesia tall)		
	Moyenne (mean)	c. v. (1)	c. v. (2)	Moyenne (mean)	c. v. (1)	c. v. (2)
Noix (Nut).....	1 106	12,8	23,1	1 208	17,3	15,4
Noix débourrée (Husked nut)	615	14,0	22,0	837	19,0	15,8
Bourre (Husk).....	461	19,5	30,7	371	20,0	23,4
Coque (Shell).....	141	17,2	20,4	159	17,2	15,0
Eau (Water)	119	24,5	48,4	184	38,3	36,4
Albumen	385	12,5	18,0	493	16,8	14,0
Coprah (Copra)	216	10,8	18,9	279	16,4	15,3

(1) c. v. : coefficient de variation entre arbres (*coefficient of variation between trees*).

(2) c. v. : coefficient de variation entre noix (moyenne par arbre) (*coefficient of variation between nuts — mean per tree*).

Une analyse plus détaillée des résultats révèle la présence de fluctuations dont il faut tenir compte pour l'élaboration d'une méthode d'échantillonnage :

— fluctuations saisonnières : le poids de coprah, par exemple, a tendance à augmenter vers les mois de février-mars-avril à Port-Bouet,

— fluctuations annuelles : au cours de la campagne 1972-1973, les noix de GOA contenaient environ 10 p. 100 de coprah de plus que dans la campagne précédente,

— fluctuations diverses dues, par exemple, à l'interaction d'une campagne sur l'autre, à des corrélations entre caractères (nombre de noix/poids des noix)...

Observation de l'arbre.

La recherche du nombre de noix à analyser pour connaître la valeur moyenne d'un individu nous a conduit à étudier les coefficients de variation par arbre des divers caractères en fonction de la période observée (Tabl. II).

Il apparaît que si une seule année d'observation est insuffisante pour apprécier la composition exacte de la noix en valeur absolue, le coefficient de variation des noix produites en une année est inférieur à celui calculé sur plusieurs campagnes. Ceci signifie que les fluctuations interannuelles sont importantes et que l'année devra servir de période de base pour l'analyse des noix de cocotier.

TABLEAU II

Moyenne des coefficients de variation par arbre selon la période observée (50 arbres, toutes les noix)

(Mean of Coefficients of Variation per tree according to the period of observation — 50 trees, all nuts)

	Poids noix (Weight of nut)	Noix débourrée (Husked Nut)	Bourre (Husk)	Eau (Water)	Coque (Shell)	Albumen (Albumen)	Coprah (Copra)
Grand Ouest Africain (West African Tall)							
Première année (First year).....	15,01	15,24	21,32	42,96	13,45	12,17	13,87
Deuxième année (Second year)	21,64	23,44	24,39	49,46	21,04	19,35	19,62
Troisième année (Third year)	16,81	14,54	26,60	32,15	13,28	12,38	14,64
2 premières années (First 2 years).....	20,18	21,24	24,37	50,22	19,98	17,09	17,98
2 dernières années (Last 2 years).....	23,13	21,97	30,77	44,47	19,44	18,45	18,85
3 années (3 years)	23,11	22,04	30,69	48,38	20,36	18,03	18,88
Polynésie (Polynesia)							
Première année (First year).....	12,71	13,89	17,00	34,53	12,87	11,86	14,69
Deuxième année (Second year)	14,47	15,16	19,67	33,81	13,51	13,37	14,09
Troisième année (Third year)	13,71	14,84	22,15	34,78	12,91	12,89	14,22
2 premières années (First 2 years).....	14,30	15,14	19,84	35,14	13,61	13,07	14,59
2 dernières années (Last 2 years)	15,18	15,69	23,09	35,55	13,64	13,76	14,46
3 années (3 years)	15,35	15,76	23,41	36,35	14,98	13,98	15,32

En général, le coefficient de variation par arbre de l'ensemble des noix produites en un an demeure inférieur à 15 p. 100 pour l'albumen, le coprah et la coque (sauf pour le GOA en 1971-1972). Il en est voisin pour le poids de la noix et la noix débourrée (de plus, il demeure constant, que la fraction échantillonnée soit 1/2, 1/5 ou 1/10).

Cette valeur permet de calculer aisément le nombre de noix nécessaires pour obtenir une précision donnée. Ainsi, il faudrait analyser 34 à 36 noix pour que l'erreur demeure inférieure à 5 p. 100 et 18 noix pour qu'elle ne dépasse pas 7 p. 100.

Si l'on tient compte de la périodicité de la récolte (tous les deux mois) il semble que l'observation de 24 noix en un an (4 noix par récolte) suffise à comparer des cocotiers plantés dans les mêmes conditions avec une précision de 6 p. 100 pour les caractères : noix débourrée, coque, albumen et coprah, et de 6 à 7 p. 100 pour le poids de la noix.

Par prudence et pour amortir l'effet d'éventuelles variations accidentelles il est préférable de poursuivre l'analyse pendant deux ans, la moyenne des deux années fournissant le résultat final.

Dans le cas des géniteurs, dont on recherche la « vraie valeur », il sera évidemment nécessaire de continuer ce travail sur plusieurs années (5 ou 6 vraisemblablement).

Notons que les calculs à partir d'un échantillonnage non plus périodique mais fractionnel conduisent au même résultat : analyse d'1 noix sur 5 pendant 2 ans, c'est-à-dire environ 40 noix.

On pourra donc adopter l'un ou l'autre système, suivant la répartition de la production sur l'année.

Observation de la lignée.

L'objectif, dans ce cas, est de connaître le nombre

minimal de noix à observer pour connaître une lignée, un type de croisement ou une population. Le problème diffère du précédent puisqu'il n'est pas nécessaire de connaître chaque individu précisément pour estimer la moyenne d'une lignée.

Par exemple, l'étude de l'évolution de la moyenne calculée à partir de tirages successifs de 25 arbres, au hasard, montre que l'analyse d'1 noix sur 5 pendant 2 ans procurerait une estimation satisfaisante de la moyenne observée. Or ceci revient à un simple échantillonnage d'arbres puisque d'après ce qui précède chaque arbre serait déjà connu avec sa « vraie » valeur.

On a alors essayé d'étudier l'évolution du coefficient de variation entre arbres en fonction du nombre de noix analysées par arbre et du nombre d'arbres observés (Tabl. III).

Pour un caractère donné, on est surpris de constater la relative stabilité du coefficient de variation selon le nombre de noix analysées.

Cependant, quel que soit le nombre de noix analysées, il est préférable d'étudier le maximum d'arbres. Ceci est plus net chez les Polynésie (différence de 2 à 3 points entre les coefficients de variation pour 25 et 50 arbres).

Les figures 1 et 2 montrent la diminution du coefficient de variation lorsque l'on passe de l'analyse de 2 noix à celle de 6 noix par an, puis sa stabilisation pour des échantillons supérieurs allant jusqu'à la totalité des noix. L'observation de 6 noix par an (c'est-à-dire une par récolte) sur 50 arbres serait donc suffisante pour observer une lignée.

Enfin, la précision ne change pas si l'on analyse les arbres 1, 2 ou 3 ans. Une seule année serait donc théoriquement suffisante pour établir des données comparatives.

TABLEAU III

C. V. de la moyenne des arbres pour différents échantillonnages
(Coefficient of variation of the mean of the trees for different samplings)

Population	Durée (Length)	Nbre arbres (No. of trees)	Coque (Shell)			Albumen			Coprah (Copra)		
			2 nx/an (nt/yr)	6 nx/an (nt/yr)	ttes nx (all nuts)	2 nx/an (nt/yr)	6 nx/an (nt/yr)	ttes nx (all nuts)	2 nx/an (nt/yr)	6 nx/an (nt/yr)	ttes nx (all nuts)
Grand Ouest Africain (West African Tall)	1 an (yr)	25	20,53	22,18	19,45	17,33	18,20	15,17	14,03	14,08	11,50
		50	21,00	19,08	18,49	17,86	15,18	14,07	15,18	12,21	11,27
	2 ans (yrs)	25	20,77	20,45	18,02	14,96	14,27	12,46	12,73	11,41	9,78
		50	19,01	18,06	17,04	14,41	13,33	12,23	13,05	11,23	10,47
	3 ans (yrs)	25	20,27	19,59	18,29	14,16	13,98	12,69	12,22	11,76	10,19
		50	18,86	17,82	17,15	14,50	13,17	12,51	13,07	11,57	10,84
Polynésie (Polynesia)	1 an (yr)	25	20,79		18,64	20,55		19,88	17,07		18,26
		50	18,83		16,65	18,09		16,61	15,42		15,49
	2 ans (yrs)	25	21,06		19,92	21,17		20,32	18,11		19,33
		50	18,44		17,30	19,23		17,06	17,29		16,27
	3 ans (yrs)	25	20,58		19,57	21,96		20,18	19,77		19,47
		50	18,17		17,21	18,91		16,79	17,83		16,42

Toutes les noix : cas du GOA : 40 noix/arbre × an,
cas du Polynésie : 60 noix/arbre × an.
(All nuts : for WAT : 40 nuts/tree × year
for Polynesia : 60 nuts/tree × year.)

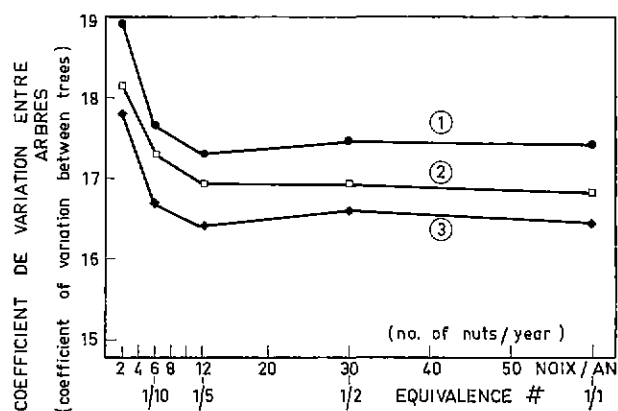
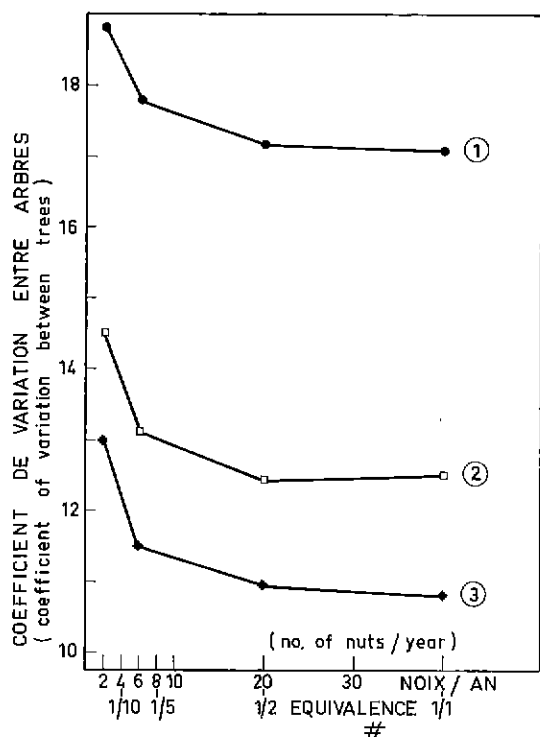


FIG. 2. — Polynésie — 3 ans, 50 arbres.
(Polynesia — 3 years, 50 trees).
(1) Coque (Shell). — (2) Albumen. — (3) Coprah (Copra).

FIG. 1. — Grand Ouest Africain — 3 ans, 50 arbres.
(West African Tall — 3 years, 50 trees).
(1) Coque (Shell). — (2) Albumen. — (3) Coprah (Copra).

En fait, les moyennes fluctuent annuellement (Tabl. IV), il sera donc nécessaire de poursuivre l'observation sur plusieurs campagnes (6 ans) pour estimer la moyenne « absolue ».

TABLEAU IV

Poids de coque, albumen et coprah selon les années (50 arbres, toutes les noix)
(Weight of Shell, Albumen and Copra according to the years — 50 trees, all nuts)

	Grand Ouest Africain (West African Tall)			Polynésie (Polynesia)		
	Coque (Shell)	Albumen	Coprah (Copra)	Coque (Shell)	Albumen	Coprah (Copra)
Première année (First year)...	131	371	207	156	486	272
Deuxième année (Second year)...	139	372	214	157	479	278
Troisième année (Third year)...	159	428	235	165	508	287

CONCLUSIONS — DISCUSSION

Cette étude nous a permis de définir des bases relativement précises pour la constitution d'échantillons de noix de coco :

— analyse de 1 noix par récolte (6 par an) sur 50 arbres pour caractériser une population ou une lignée,

— analyse de 4 noix par récolte (24 par an) pour définir un arbre.

Elle demeure cependant incomplète sur plusieurs points. Si deux années d'observation semblent suffisantes lorsqu'il s'agit de comparer des matériels plantés dans des conditions identiques, l'expérience montre que 3 années ne peuvent conduire à des comparaisons en valeur absolue. Par analogie avec le palmier à huile, nous pensons que la poursuite des analyses sur 6 années consécutives devrait conduire à des estimations suffisamment précises pour la plupart des composantes de la noix.

Le pourcentage d'albumen ($R = \text{albumen} \times 100/\text{noix sans eau}$) constitue certainement le caractère de la noix le plus important pour la sélection. Il n'a pas été abordé dans cette étude car n'ayant pas été pro-

grammé, les calculs n'ont pu être effectués. Cependant ce caractère étant le plus stable, les conclusions précédentes peuvent lui être appliquées. Il faut également remarquer que pour cette caractéristique, comme pour toutes celles liées à l'albumen, le phénomène de la xénie peut intervenir. Cette étude n'en tient pas compte, bien que cette influence puisse être non négligeable.

Notre ultime remarque portera sur la généralisation des résultats précédents, acquis sur des populations de cocotiers « grands » relativement variables. Nous avons admis que ces résultats seraient *a fortiori* valables pour les populations plus homogènes.

Les cocotiers nains, autogames et les hybrides, généralement assez homogènes peuvent certainement être observés selon cette méthode ; on risquera surtout dans ce cas un suréchantillonnage.

Notre but était d'établir une méthode de base pour la constitution de l'échantillon à analyser. L'utilisation de ces résultats et les essais complémentaires permettront de préciser ces données en particulier pour les hybrides.

Remerciements. — Cette étude a été effectuée avec l'aide de M. A. Bachy et de M^{lle} L. Fonchain du Département Statistique de l'I. R. H. O.

SUMMARY

Analysis of nut components in the coconut. Study of Sampling.

J. MEUNIER, F. ROGNON and M. de NUCÉ de LAMOTHE, *Oléagineux*, 1977, **32**, 1, p. 9-14.

In order to find out the minimum sampling required to determine the average composition of the nuts of a tree or group of trees, a systematic analysis was made of all nuts produced over a period of three years by two populations of coconut palms of different variability: West African Tall and Polynesia. Seven characters were studied: weight of the nut, weight of the husked nut, weight of husk, weight of water, weight of shell, weight of albumen and weight of copra. With the exception of the weights of the water and the copra, too variable, it appears that one year's observation would be enough to compare trees or lines planted in the same trial. However, because of seasonal and annual variations, to obtain "absolute" values it would be necessary to observe four nuts every two months for five or six years to know one tree, and one nut every two months on 50 trees for 5-6 years to estimate a line. It would be possible to reduce these maxima for more homogeneous material such as the hybrids or the self-pollinating Dwarf.

RESUMEN

Análisis de los componentes de la nuez de coco. Estudio del muestreo.

J. MEUNIER, F. ROGNON y M. de NUCÉ de LAMOTHE, *Oléagineux*, 1977, **32**, 1, p. 9-14.

A fin de conocer el muestreo mínimo que permite determinar la composición promedio de las nueces de un árbol o de un conjunto de árboles, se analizó sistemáticamente todas las nueces producidas durante 3 años por dos poblaciones de cocoteros que difieren por su variabilidad: Grande Oeste Africano y Polinesia. Se estudiaron siete caracteres: peso de la nuez, peso de la nuez desembarrada, peso de borra, peso de agua, peso de cáscara, peso de albumen y peso de copra. Exceptuando el peso de agua y la borra, que son demasiado variables, parece que podría bastar con un año de observación para poder comparar árboles o líneas plantados en un mismo ensayo. Ahora bien, considerando las variaciones estacionales y anuales, la obtención de valores absolutos necesitaría la observación de 4 nueces cada dos meses durante dos o tres años para conocer un árbol, y de 1 nuez cada dos meses en 50 árboles durante 5 a 6 años para estimar una línea. Habrá una posibilidad de reducir estos datos máximos para materiales más homogéneos tales como los híbridos o los enanos autógamos.

Analysis of Nut Components in the Coconut. Study of Sampling (1)

J. MEUNIER (2), F. ROGNON (3) and M. de NUCÉ de LAMOTHE (4)

INTRODUCTION

In the last ten years breeding of the coconut, *Cocos nucifera*, has made spectacular progress. To carry the improvements made still further, a large programme has been set up. It is now a question of making precise observations in order to exploit its results to the full.

This implies that the origins can be characterized (variety, population, wild stands...) that we know how to analyse their descendants and that we are in a position to determine the value of individuals intended for parents in plant breeding or seed production programmes.

The recording of total nut production is easy, but the analysis of the average composition of these nuts offers greater difficulties. Whilst the technique of analysing the nut has developed into an accurate standard method, after starting with procedures which were sometimes empiric, the sample of nuts to be analysed still has to be worked out.

A trial was set up at Port Bouet (Ivory Coast) in 1970 to solve this problem, which comes down to two fundamental questions:

- 1) How many nuts must be analysed for each coconut for this tree to be known with a certain accuracy?
- 2) How many trees and how many nuts per tree must be studied to arrive at an estimate of the value of a population with a given degree of precision?

MATERIALS AND METHODS

This study was carried out on two populations of Tall coconuts planted between 1957 and 1959:

- « Polynesia », a population considered to be very heterogeneous (Plot 23);
- « West African Tall » (WAT), fairly homogenous (Plot 21).

Fifty trees were chosen at random in each population, and all their nuts were harvested and analysed for 3 years (July 1970 to June 1973).

The nuts harvested were marked with the serial number of

the tree and the rank of the bunch from which they were taken. They were stored for a month, dehusked and split, and the albumen was oven-dried.

Seven characters were determined for each nut: weight of the whole nut, weight of the husked nut, weight of husk, weight of water, weight of shell, weight of albumen and weight of copra.

These data were fed to a computer for the calculation of the means, variances and coefficients of variation per tree, in function of:

- the length of observation (6, 12, 18, 24, 36 months);
- the method of sampling: fractional (1 nut out of 2, 5, 10...), per bunch (1 nut out of 2, 5, 10... per bunch), periodical (1 nut per half-year, per quarter, 1, 2... per harvest, corresponding respectively to 2, 4, 6, 12... nuts per year);
- a combination of both factors: length and method of sampling.

All these samples were made up by drawing lots amongst all the nuts.

RESULTS

Table I gives the results covering all the nuts produced in three years in both populations.

There is a marked difference between WAT and Polynesia for all characters, and as expected it is noted that variability between trees is greater in the Polynesian origin. On the other hand, the nuts of a given tree are much more homogeneous with Polynesia than with WAT.

In fact, the variability between trees is greater than variability per tree (between nuts) in Polynesia, whereas the opposite is found with WAT. This means that for the same desired precision fewer trees but more nuts per tree must be observed for WAT than for Polynesia.

The weight of water in the nut and, to a lesser degree, the weight of husk have a very high coefficient of variation, making these characters difficult to observe.

A more detailed analysis of the results shows that there are fluctuations which must be taken into account when working out a method of sampling:

- seasonal fluctuations; the weight of copra, for example, tends to increase around February-March-April at Port-Bouet;
- annual fluctuations: during the 1972-1973 campaign the WAT nuts contained about 10 p. 100 more copra than in the preceding campaign;
- various fluctuations, e. g. those due to the interaction of two campaigns, to correlations between characters (number of nuts/weight of nuts)...

(1) Communication presented at the International Symposium on Coconut Research and Development at Kasaragod (India), 28-31 December 1976.

(2) Plant Breeding Department, I. R. H. O., Paris.

(3) Selection Service, I. R. H. O. Station, Port Bouet (Ivory Coast).

(4) Coconut Breeding Department, I. R. H. O., Port Bouet, (Ivory Coast).

Observation of the Tree.

The attempt to find the number of nuts to be analysed in order to determine the average value of an individual has led us to study the coefficients of variation by tree for the different characters, in function of the period of observation (Table II).

It appears that if a single year of observation is insufficient for the appraisal of the exact composition of the nut in absolute value, the coefficient of variation of the nuts produced in one year is smaller than that calculated over several campaigns. This means that there are wide fluctuations from one year to the next and that the year should serve as the basic period for analysis of the nuts.

In general, the coefficient of variation per tree for all the nuts produced in one year remains below 15 p. 100 for albumen, copra and shell (except for WAT in 1971-1972). It is close to that for nut weight and husked nut weight (furthermore, it stays constant whether the fraction sampled is 1/2, 1/5 or 1/10).

This value makes it easy to calculate the number of nuts required to obtain a given precision. Thus, 34-36 nuts must be analysed for the error to be less than 5 p. 100, and 18 nuts if it is not to exceed 7 p. 100.

If we take account of the frequency of harvesting (every two months), it seems that **the observation of 24 nuts in one year** (4 nuts per harvest) is sufficient for the comparison of coconuts planted in the same conditions with a precision of 6 p. 100 for the characters : husked nut, shell, albumen and copra, and 6-7 p. 100 for nut weight.

As a precaution and to off-set any accidental variations, it is preferable to carry on the analysis for two years, the mean of the two giving the final result.

In the case of parents whose « true value » is being sought, it is obviously necessary to pursue this work for several years (probably 5 or 6).

It should be noted that calculations based on sampling which is fractional instead of periodical lead to the same result : the analysis of 1 nut out of 5 for two years, i. e. about 40 nuts. Either system can be adopted, therefore, according to the repartition of yield throughout the year.

Observation of the Line.

In this case the aim is to find out the minimum number of nuts which have to be observed for full knowledge of a line, a type of cross or a population. The problem differs from the previous one in that it is not necessary to know each individual exactly in order to be able to estimate the mean for a line.

For example, the study of the evolution of the mean calculated from the successive drawing of random lots of 25 trees shows that the analysis of 1 nut in 5 for 2 years gives a satisfactory estimate of the mean observed. Now this comes down to a simple sampling of trees, since it follows from the previous observations that each tree and its « true » value will be known already.

An attempt was then made to study the evolution of the coefficient of variation between trees in function of the number of nuts analysed by tree and the number of trees observed (Table III).

For a given character, it is surprising to note the relative stability of the coefficient of variation according to the number of nuts analysed.

However, whatever the number of nuts analysed, it is preferable to study the maximum number of trees. This is clearer for Polynesia (difference of 2-3 points between coefficients of variation for 25 and 50 trees).

Figures 1 and 2 show the reduction of the coefficient of variation when analysis passes from 2 to 6 nuts/year, then its stabilization for larger samples up to the entirety of the nuts. The observation of 6 nuts/year (i. e. 1 per harvest) on 50 trees would therefore be sufficient for observation of a line.

Finally, the precision does not change whether the trees are analysed one, two or three years. Theoretically, therefore, a single year would be enough for the obtainment of comparative data ; in fact, the means fluctuate annually (Table IV), so that it is necessary to pursue observations for several campaigns (6 years) to be able to estimate the « absolute » mean.

CONCLUSIONS — DISCUSSION

This study has enabled us to define relatively exact bases for the making up of nut samples :

— analysis of 1 nut per harvest (6 per year) on 50 trees to characterize a population or a line ;

— analysis of 4 nuts per harvest (24/year) to define a tree.

Nevertheless, it is still incomplete from several points of view. Whilst two years of observations seem sufficient when comparing material planted in identical conditions, experience shows that 3 years cannot lead to comparisons in absolute values. By analogy with the oil palm, we think that the pursuit of analyses for 6 successive years should give sufficiently precise estimates for most nut components.

The percentage of albumen ($R = \text{albumen} \times 100 / \text{nut less water}$) is certainly the most important nut character for plant breeding. It has not been approached in this study, because the calculations were not programmed and could not be made. However, as this is the stablest character, the preceding conclusions can be applied to it. It must also be mentioned that for this characteristic, as for all those connected with the albumen, the phenomenon of xenia can intervene. It has not been taken into account in this study, even though its influence can be far from negligible.

Our last comment concerns the generalization of the results discussed above, which have been obtained in relatively variable populations of Tall coconuts. We have accepted that these results are valid with even greater reason for more homogeneous populations.

Both the Dwarf coconuts, which are self-pollinating, and the usually fairly homogeneous hybrids, can certainly be observed according to this method ; the greatest risk here is of over-sampling.

Our aim was to establish a basic method for making up samples for analysis. The use of these results and the complementary trials will give greater precision to these data, with particular reference to the hybrids.

Acknowledgements. — This study has been carried out with the help of Mr. A. Bachy and Miss L. Fonchain of the I. R. H. O. Statistics Department.