

LE SCHÉMA GÉNÉRAL D'AMÉLIORATION DU PALMIER A HUILE A L'I. R. H. O.

GENERAL SCHEMA FOR OIL PALM IMPROVEMENT AT THE I. R. H. O.

J. MEUNIER et J. P. GASCON

Département Sélection de l'I. R. H. O.
Station Principale de La Mé (Côte d'Ivoire)

DUDLEY et MOLL distinguent trois stades dans l'amélioration d'une plante : « réunion ou création d'une masse importante de matériel doté de variabilité génétique, sélection, à l'intérieur de ce matériel, d'individus supérieurs et utilisation des individus sélectionnés pour créer une variété supérieure. »

Un tel programme engage généralement des moyens scientifiques considérables étalés sur de nombreuses années. La réussite de l'entreprise représente presque toujours un intérêt économique important.

On ne peut citer toutes les plantes qui constituent, comme le maïs, la betterave ou la luzerne, des exemples indiscutés de succès. On peut cependant y voir un enseignement : les résultats des travaux dépendent de la définition d'une méthode d'amélioration qui tient compte de la biologie de la plante, des caractéristiques et des populations étudiées.

L'élaboration d'un schéma précis de sélection est donc primordiale, surtout lorsqu'il s'agit d'une plante pérenne comme le palmier à huile.

Le palmier à huile, *Elaeis guineensis* Jacq., est une plante dont l'amélioration a été entreprise depuis de nombreuses années dans plusieurs pays.

En Afrique francophone, la sélection fut amorcée par les Services de l'Agriculture puis reprise par l'I. R. H. O. en 1946. Des résultats largement positifs ont été acquis ; ils ont été présentés dans plusieurs articles.

Ces résultats ont souvent confirmé l'intérêt du schéma général de sélection, adopté par l'I. R. H. O., qui porte sur l'amélioration de la productivité en huile totale.

Il nous semble maintenant utile et intéressant d'exposer et de discuter ce schéma de façon plus complète.

I. — RAPPEL DES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU PALMIER A HUILE

Notre intention n'est pas de refaire une description complète de la biologie de la plante, déjà très bien décrite par de nombreux auteurs (BEIRNAERT, 1935, HENRY, 1957).

Il faut cependant citer les particularités du palmier qui interviennent dans le choix d'une méthode de sélection, ainsi que les principaux résultats qui la dirigent.

DUDLEY and MOLL distinguish three stages in the improvement of a plant : « assembly or creation of a pool of variable germ-plasm, selection of superior individuals from the pool, and utilization of the selected individuals to create a superior variety ».

Such a programme usually involves considerable scientific means spread over many years. The success of the enterprise is nearly always of great economic interest.

One cannot cite all the plants which, like maize, sugar beet and lucerne, offer unquestionable examples of success. However, there is also a lesson to be found : the results of research work depend on the definition of a method of improvement which takes into account the plant's biology, its characteristics and the populations studied.

The development of a precise selection schema is therefore fundamental, particularly when a perennial plant like the oil palm is concerned.

The oil palm, *Elaeis guineensis* Jacq., is a plant whose improvement has been undertaken for many years in several countries.

In French-speaking Africa selection was started by the Agricultural Services, then taken over by the I. R. H. O. in 1946. Highly positive results have been achieved, and have been presented in a number of articles.

These results have often confirmed the advantage of the general schema for selection adopted by the I. R. H. O., which places the accent on the improvement of the yield of total oil.

It seems to us that it would now be useful and interesting to set forth and discuss this schema more thoroughly.

I. — A REMINDER OF THE MAIN CHARACTERISTICS OF THE OIL PALM

It is not our intention to repeat a complete description of the plant's biology, which has already been very well described by many authors (BEIRNAERT 1935, HENRY 1957).

However, we must mention the peculiarities of the oil palm which enter into the choice of a method of selection, as well as the main results which govern it.

1. — Les caractères biologiques.

Elaeis guineensis est une plante pérenne allogame monoïque. Les inflorescences mâles et femelles sont séparées en cycles successifs.

La fécondation artificielle est facile. Chaque régime produit en moyenne 1 000 graines. Ces caractères rapprochent le palmier à huile du maïs dont la génétique est bien connue et l'amélioration très avancée. La pérennité constitue cependant une différence importante.

Un individu peut être observé de nombreuses années et, suivant son intérêt, il peut être réutilisé pour fournir plusieurs lignées. Les parents sont conservés en même temps que leur descendance. De plus, il faut environ 10 ans pour connaître une génération.

L'huile est extraite du mésocarpe (huile de palme) et de l'amande (huile de palmiste) des fruits. La découverte des trois variétés de fruits et de l'hérédité monofactorielle de l'épaisseur de la coque (BEIRNAERT et VANDERWEYEN 1941) a nettement augmenté la productivité du palmier à huile par la généralisation des plantations industrielles à 100 p. 100 de Tenera.

Le Tenera, à coque moyenne, est l'hybride du Dura, à coque épaisse, et du Pisifera sans coque ($D \times P \rightarrow 100 \text{ p. } 100 \text{ T}$). Le Pisifera, qui peut paraître le type idéal, est en fait stérile femelle. Ce parent est donc obligatoirement utilisé comme géniteur mâle et ne peut faire l'objet de choix phénotypiques.

2. — La transmission des caractères.

Deux expériences à grande échelle, l'Expérience Internationale, échange et comparaison de matériels de différentes origines, et le Bloc Semencier de La Mé, essai comparatif d'hybrides, ont apporté des résultats dont nous résumons les plus intéressants.

a. — Variations

Dans l'Expérience Internationale, on a constaté des différences importantes entre les matériels des diverses origines, pour les caractéristiques végétales (DE BERCHOUX et GASCON 1965, NOIRET et GASCON 1967) et pour la production et la qualité de régimes (GASCON et DE BERCHOUX 1964, BÉNARD 1965). Il existe une variabilité importante dans le matériel existant dans le monde, en revanche chaque origine présente une variabilité relativement faible, le choix dans la palmeraie de quelques individus seulement n'ayant fourni qu'une base génétique restreinte.

b. — Hérité

Les composantes de la production de régimes (poids moyen et nombre) sont contrôlées par des facteurs quantitatifs multiples dont les effets sont généralement additifs (GASCON *et al.* 1966).

Il en est souvent de même pour les composantes de la qualité du régime : p. 100 fruits sur régime, p. 100 pulpe sur fruit, teneur en huile de la pulpe, p. 100 d'amande sur fruit, poids moyen du fruit et de l'amande (VANDERWEYEN 1952, GASCON et DE BERCHOUX 1963, NOIRET *et al.* 1966).

1. — Biological characters.

Elaeis guineensis is a perennial, allogamous, monoecious plant. The male and female inflorescences are produced separately in successive cycles.

Controlled pollination is simple. Each bunch produces an average of 1,000 seeds. By these characters the oil palm resembles maize, whose genetics are well known and whose improvement is far advanced. The perennality of the former, however, makes an important difference.

One individual can be observed over many years and, according to its interest, used and re-used to provide several strains. The parents are preserved as well as their progenies. Moreover, it takes about 10 years to acquire a thorough knowledge of a generation.

The oil is extracted from the pulp (palm oil) and the kernel (palm kernel oil) of the fruit. The discovery of three varieties of fruit and of the monofactorial heredity of shell thickness (BEIRNAERT and VANDERWEYEN 1941) has appreciably increased the productivity of the oil palm through the generalization of industrial plantations comprised of 100 p. 100 Tenera.

The Tenera, with a medium shell, is the hybrid of the thick-shelled Dura and the shell-less Pisifera ($D \times P = 100 \text{ p. } 100 \text{ T}$). Pisifera, which might appear to be the ideal type, is in fact female sterile. Thus, this parent must perforce be used as the male donor and cannot be subjected to phenotypic choices.

2. — Transmission of characters.

Two large-scale experiments, the International Experiment (exchange and comparison of material of different origins) and the Seed Block at La Mé (comparative hybrid trial) have brought results of which we will outline the most interesting.

a. — Variations

In the International Experiment, important differences between material of different origins were noted, as regards the vegetative characteristics (DE BERCHOUX and GASCON 1965, NOIRET and GASCON 1967) and bunch yield and quality (GASCON and DE BERCHOUX 1964, BÉNARD 1965). There is a wide variability amongst the material existing round the world; on the other hand each origin has a relatively small variability, the choice within the palm grove of a few individuals only having provided a restricted genetic base.

b. — Heredity

The components of bunch yield (mean weight and number) are governed by multiple quantitative factors whose effects are generally additive (GASCON *et al.* 1966).

The same often applies to bunch quality components : p. 100 fruit/bunch, p. 100 pulp/fruit, pulp oil content, p. 100 kernel/fruit, mean weight of one fruit and the kernel (VANDERWEYEN 1952, GASCON and DE BERCHOUX 1963, NOIRET *et al.* 1966).

Aussi bien en Extrême-Orient qu'en Afrique, les hybrides Afrique × Déli sont plus productifs (PRONK 1955, GASCON et DE BERCHOUX 1964, HARDON 1969). GASCON, NOIRET et BÉNARD 1966 ont montré que ceci provenait principalement d'une bonne combinaison des facteurs poids et nombre de régimes.

c. — Héritabilité

Les estimations de l'héritabilité sont importantes car elles fournissent un guide pour répondre aux nombreuses questions posées par un programme de sélection (DUDLEY et MOLL 1969). En général, on estime que la production de régimes est faiblement héritable. Le nombre de régimes est assez héritable alors que le poids moyen l'est peu (BLAAK 1965, HARDON et THOMAS 1968, MEUNIER *et al.* 1970).

Pour la qualité du régime, certains caractères comme : le p. 100 de pulpe sur fruit, le poids du fruit et de l'amande, sont hértables, pour d'autres : p. 100 de fruits normaux, teneur en huile de la pulpe, l'héritabilité est faible (BLAAK et MENENDEZ *s. d.*, MEUNIER *et al.* 1970).

d. — Effets de la consanguinité

Bien que l'on trouve peu de résultats à ce sujet, tous les auteurs s'accordent pour dire que la consanguinité a un effet dépressif marqué chez le palmier à huile. Ceci est net au Congo (SPARNAALJ) et au Nigeria (NIFOR, 2^e et 3^e Rapport annuel).

En Côte-d'Ivoire, la consanguinité peut diminuer la production de régimes de près de 50 p. 100 dans les autofécondations et de 25 p. 100 dans les backcross sur Déli (GASCON *et al.* 1969).

En Malaisie, HARDON (1970) a mis en évidence une corrélation négative significative entre la production et des coefficients de consanguinité variant de 0,1 à 0,5. Plus récemment cependant, des résultats contradictoires sembleraient montrer que la consanguinité n'a plus d'effet pour certains coefficients (HARDON et OOI SWEE CHAI, 1971).

L'accord est cependant à peu près général pour dire qu'il faut éviter la consanguinité dans les lignées destinées aux plantations industrielles (HARTLEY 1967, GASCON *et al.* 1969, HARDON 1970).

II. — LA MÉTHODE DE SÉLECTION

1. — Principe.

Le but du schéma de sélection est d'améliorer la production en huile totale du matériel fourni aux planteurs. Il faut donc agir simultanément sur de nombreux facteurs quantitatifs : poids moyen et nombre de régimes, p. 100 de fruits, p. 100 de pulpe, p. 100 d'huile, p. 100 d'amandes.

Les caractères intervenant dans le rendement sont malheureusement peu hértables ; on augmentera donc les chances de progrès pour ces caractères en appliquant un procédé qui utilise les performances de descendance (tests d'hybrides) et qui recherche les aptitudes à la combinaison favorables. Il en sera de même pour le p. 100 de fruits sur régime et la teneur en huile de la pulpe.

En revanche, pour la teneur en pulpe, le p. 100 d'amande, les poids moyens du fruit et de l'amande

In Africa as well as in the Far-East, the African × Deli hybrids are more productive (PRONK 1955, GASCON and DE BERCHOUX 1964, HARDON 1969). GASCON, NOIRET and BÉNARD (1966) have shown this to result mainly from a good combination of the factors weight and number of bunches.

c. — Heritability

Estimates of heritability are important because they provide guidance for replying to the many questions set by a breeding programme (DUDLEY and MOLL 1969). In general it is considered that bunch production is little heritable. Bunch number is fairly heritable, whilst mean weight is little so (BLAAK 1965, HARDON and THOMAS 1968, MEUNIER et al. 1970).

For bunch quality certain characters, such as p. 100 pulp/fruit, mean weight of one fruit and the kernel, are heritable ; for others : p. 100 normal fruit, pulp oil content, the heritability is small (BLAAK and MENENDEZ s. d., MEUNIER et al. 1970).

d. — Effects of inbreeding

Although there are few findings on the subject, all authors agree that inbreeding has a marked depressive effect in the oil palm. This is quite clear in the Congo (SPARNAALJ) and in Nigeria (NIFOR, 2nd, 3rd Annual Reports).

In the Ivory Coast, inbreeding can reduce bunch yield by as much as 50 p. 100 in selfings and by 25 p. 100 in backcrosses on Deli (GASCON et al. 1969).

In Malaysia HARDON (1970) has brought out a significant negative correlation between yield and the inbreeding coefficients, ranging from 0.1 to 0.5. More recently, however, contradictory results seem to show that inbreeding no longer has any effect for certain coefficients (HARDON and OOI SWEE CHAI 1971).

Nevertheless, there is almost general agreement that inbreeding should be avoided in strains intended for industrial plantations (HARTLEY 1967, GASCON et al. 1969, HARDON 1970).

II. — THE METHOD OF SELECTION

1. — Principle.

The aim of a selection schema is to improve the yield of total oil from the material supplied to planters. It is therefore necessary to work on a number of quantitative factors simultaneously : mean bunch weight and number, p. 100 fruit, p. 100 pulp, p. 100 oil, p. 100 kernel.

The characters entering into yield are unfortunately little heritable ; the chances of making progress with these characters are thus increased by employing a procedure which uses the performances of the progenies (hybrid trials) and seeks favourable combining ability. The same thing applies to the p. 100 fruit/bunch and the pulp oil content.

On the other hand, for the pulp content, the p. 100 kernel, the mean weight of fruit and kernel, which are

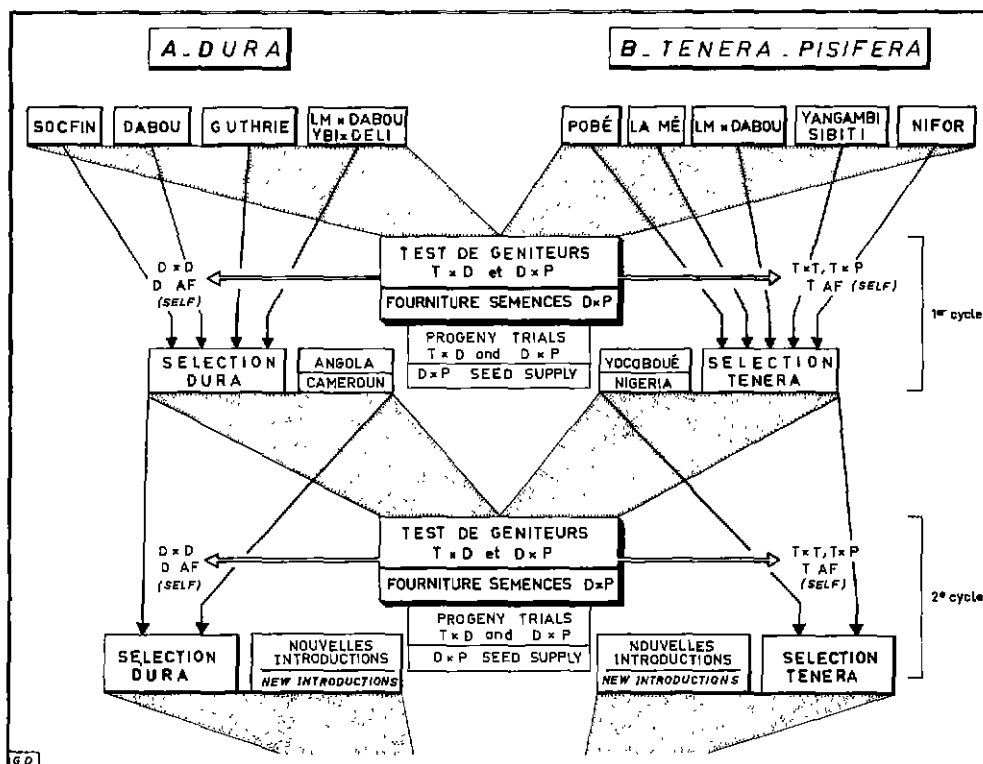


Fig. 1. — Schéma de la sélection du palmier à huile.

FIG. 1. — Schema for oil palm breeding.

qui sont fortement héréditaires, des choix phénotypiques assureront un progrès notable.

D'autre part, en fonction des caractères biologiques et des résultats déjà résumés, il est clair que le type de matériel à créer consiste en hybrides entre souches non apparentées et à caractères complémentaires.

2. — Le schéma d'amélioration utilisé.

Ce schéma adopté par l'I. R. H. O. en 1957 s'est inspiré en partie des travaux réalisés sur le maïs. La sélection récurrente réciproque définie par Comstock *et al.* en 1949 répondait assez bien aux principes exposés ci-dessus. Le schéma ci-dessus (Fig. 1) est une adaptation, assez large, de ce système au palmier à huile.

Le matériel I. R. H. O. a été divisé en deux groupes A et B que l'on peut décrire schématiquement ainsi :

— le groupe A (Dura) comprend les origines à petit nombre de gros régimes : Déli (Socfin, Guthrie, Dabou), Angola, Cameroun...

— le groupe B (Tenera, Pisifera) inclut les origines à grand nombre de régimes plus petits : Yangambi, Sibiti, Pobé, La Mé, Yocoboué, Nigeria...

Deux catégories de croisements sont réalisées :

a) Les arbres du groupe A sont croisés avec ceux du groupe B. Les hybrides $T \times D$ ou $D \times P$ obtenus sont plantés dans des essais comparatifs. Ces tests permettent d'établir des classements de lignées et de géniteurs et de déceler certaines aptitudes particulières à la combinaison.

b) Les arbres ayant donné les meilleurs résultats sont autofécondés et sont croisés entre eux dans des

highly heritable, phenotypic choices will ensure considerable progress.

Then again, in function of the biological characters and the results already summarized, it is clear that the type of material to be created consists of hybrids between non-related origins having complementary characters.

2. — The improvement schema used.

This schema, adopted by the I. R. H. O. in 1957, was partly inspired by the research work done on maize. The recurrent reciprocal selection defined in Comstock *et al.* in 1949 corresponds reasonably well to the principles enunciated above. The above schema (Fig. 1) is a loose adaptation of this system to the oil palm.

The I. R. H. O. material was divided into two groups, A and B which can be described schematically as follows :

— Group A (Dura), comprises the origins with a small number of large bunches : Deli (SOCFIN, Guthrie, Dabou), Angola, Camerouns...

— Group B (Tenera, Pisifera) which includes origins with a large number of smaller bunches : Yangambi-Sibiti, Pobé, La Mé, Yocoboué, Nigeria...

Two types of crosses are made :

a — The trees of group A are crossed with those of group B. The $T \times D$ or $D \times P$ hybrids obtained are planted in comparative trials, the results of which enable strains and parents to be classified and particular combining ability to be discovered.

b — The trees which give the best results are selfed and crossed between themselves in $D \times D$ crosses

croisements, $D \times D$, sélection Dura (1) d'une part, $T \times T$ ou $T \times P$, sélection Tenera (1) d'autre part.

En fait, les autofécondations sont réalisées en même temps que les hybrides ainsi qu'un certain nombre de croisements $D \times D$, $T \times T$ et $T \times P$ spéculatifs. Ce procédé permet de gagner une génération puisque l'on peut ainsi utiliser ces croisements pour la production de semences dès que sont connus les résultats des tests.

Les sélections Dura et Tenera sont ensuite complétées en fonction des aptitudes spécifiques à la combinaison décelées dans les tests.

La production de semences est réalisée avec les géniteurs Dura et Pisifera ayant donné de bons résultats dans les essais comparatifs ou avec les descendants Dura et Pisifera obtenus par autofécondation des Dura et Tenera « prouvés » ou, mieux encore avec les descendants de deux Dura et de deux Tenera prouvés (I. R. H. O. Rapport annuel 1969).

Un nouveau cycle est entrepris en croisant les Dura issus de la sélection Dura avec les Tenera ou les Pisifera issus de la sélection Tenera. Dans les lignées de sélection Dura et Tenera, les arbres sont choisis phénotypiquement sur les caractères héréditaires : p. 100 pulpe principalement, p. 100 amande, poids du fruit et de l'amande. Un nouveau test de géniteurs est alors formé dans lequel on peut simultanément introduire de nouvelles origines pour enrichir chacun des deux groupes. Ainsi l'origine Déli peut être améliorée par des apports de matériel Angola, l'origine La Mé par la population Yocoboué...

III. — DISCUSSION

Pour les plantes allogames, et principalement le maïs, de nombreux systèmes de sélection ont été utilisés (SPRAGUE 1955). La sélection massale fut longtemps la plus employée en raison de sa simplicité. Les résultats concernant l'amélioration du rendement ont souvent été décevants (PATERNIANI 1967). D'autre part, l'existence de beaucoup de caractères à faible héritabilité a conduit à élaborer une série de systèmes d'amélioration, utilisant des tests de descendance, connus sous le nom de systèmes de sélection récurrente (GRESS 1966).

Les avantages et les inconvénients de ces méthodes ont été amplement discutés par de nombreux auteurs. Il est intéressant d'en examiner l'application au palmier à huile.

1. — La sélection « récurrente ».

« La sélection récurrente est une méthode d'amélioration destinée à concentrer les gènes favorables dispersés parmi un certain nombre d'individus en choisissant dans chaque génération, parmi les descendances produites par intercroisements, celles qui proviennent d'individus retenus à la génération précédente » (ALLARD 1960).

On peut distinguer deux types de sélection récur-

— Dura selection (1) — on the one hand, and $T \times T$ or $T \times P$ — Tenera selection (1) — on the other.

In reality, the selfings are carried out at the same time as the hybrids, as well as a certain number of $D \times D$, $T \times T$ and $T \times P$ crosses made as a speculation. This procedure enables one generation to be gained, since in this way these crosses can be used for seed production as soon as the results of the trials are known.

The Dura and Tenera selections are then completed according to the specific combining ability discovered in the trials.

Seed production is realized with Dura and Pisifera parents which have given good results in the comparative trials or with Dura and Pisifera progenies obtained by selfing the « proved » Dura and Tenera or, better still, with the progenies of two proved Dura and two proved Tenera (I. R. H. O. Annual Report 1969).

A new cycle is started, crossing the Dura arising from the Dura selection with the Tenera or Pisifera of the Tenera selection. In the strains of the Dura and Tenera selections the trees are chosen phenotypically on the heritable characters : p. 100 pulp mainly, p. 100 kernel, weight of one fruit and the kernel. A new progeny trial is then set up, into which new origins can be introduced simultaneously to enrich both groups. Thus, the Deli origin can be improved by introductions of Angola material, La Mé origin by the Yocoboué population, etc...

III. — DISCUSSION

Numerous breeding systems have been used for allogamous plants, most particularly for maize (viz. SPRAGUE 1955). For a long time mass selection was most often used because of its simplicity. As far as the improvement of yield was concerned, the results were often disappointing (PATERNIANI 1967). Then again, the existence of many little-heritable characters has led to the elaboration of a series of improvement systems, using progeny trials, known as recurrent selection systems (GRESS 1966).

The advantages and drawbacks of these methods have been fully discussed by many authors. It is interesting to examine their application to the oil palm.

1. — « Recurrent » selection.

« Recurrent selection is a method of breeding designed to concentrate favourable genes scattered among a number of individuals by selecting in each generation among the progeny produced by matings inter se of the selected individuals (or their selfed progeny) of the previous generation » (ALLARD 1960).

One can observe two types of recurrent selection :

(1) « Sélection Dura » et « Sélection Tenera » désignent commodément les croisements $D \times D$, $D \times D$ d'une part et $T \times T$, $T \times P$, $T \times P$ d'autre part. La véritable séparation est réalisée entre les groupes A et B. Il serait donc plus rigoureux de parler de « Sélection Déli, Angola... » d'une part, et de « Sélection Yangambi, Sibiti... » d'autre part, chaque groupe pouvant être élargi en fonction des introductions.

(1) « Dura selection » and « Tenera selection » are convenient terms for designating D selfed and $D \times D$ crosses on the one hand and T selfed, $T \times T$ and $T \times P$ on the other. It would be more accurate, strictly speaking, to talk of « Deli, Angola selection » for the one and « Yangambi, Sibiti... » for the other; each group can be enlarged in function of the introductions.

rente : phénotypique et génotypique. Dans ce dernier type, la sélection récurrente réciproque fut mise au point en 1949 par COMSTOCK, ROBINSON et HARVEY, de façon à être au moins égale, selon le mode d'action génique, à la meilleure des deux méthodes suivantes : sélection pour l'aptitude générale à la combinaison ou pour l'aptitude spécifique à la combinaison. De nombreux résultats ont déjà été publiés sur l'efficacité de cette méthode pour l'amélioration du rendement (DOUGLAS *et al.* 1961, PENNY *et al.* 1963, STUBER et MOLL 1971).

De façon générale, tous les systèmes reposant sur des tests de descendance ont donné des résultats positifs pour l'obtention d'hybrides à haute productivité (HALLAUER 1967, DA SILVA et LONNQUIST 1968, DUCLOS et CRANE 1968, HORNER *et al.* 1969). LONNQUIST et WILLIAMS (1967) obtiennent, sur maïs, des hybrides simples supérieurs par la recherche des meilleures combinaisons. BURTON *et al.* (1971), augmentent le rendement de 10,6 p. 100, par 4 cycles de sélection. MOLL et ROBINSON (1966) observent une réponse à 4 cycles de sélection en accord avec leurs prédictions, sans diminution de la variance génétique. Des résultats sont également cités chez d'autres plantes comme l'avoine, l'orge, le millet... (MUEHLBAUER *et al.* 1971, CARLSON *et al.* 1969).

La conclusion générale est que cette méthode est particulièrement bien adaptée à l'amélioration des caractères faiblement héréditaires.

2. — La sélection massale.

La sélection massale a aussi été utilisée avec succès pour améliorer de nombreux caractères. Cette méthode repose surtout sur l'utilisation de la variance additive. LONNQUIST *et al.* (1966) ont amélioré le rendement d'une variété de maïs, sans diminution notable de la variabilité génétique additive. Des gains de 3,9 p. 100 par génération ont été acquis par 4 générations de sélection massale (GARDNER 1961). PATERNIANI (1967) élève notablement le rendement d'une population très hétérogène de maïs brésiliens.

En revanche, cette sélection n'a pas apporté de résultats pour l'amélioration de la production en grains de deux variétés de maïs, malgré une forte variance additive (HALLAUER et SEARS 1969). ALLARD (1960) cite la sélection massale sur le rendement d'une variété de maïs comme exemple d'absence de réponse à la sélection.

En général, il apparaît que ce système est efficace pour améliorer les caractères à forte hérédibilité (EL ROUBY et PENNY 1967, FEHR et WEBER 1968, HORNER 1968). Il est probable que le manque de résultats pour l'amélioration du rendement est dû à l'inaptitude de la sélection massale à reconnaître des génotypes supérieurs (ALLARD 1960, SCHAAF 1968).

Un exemple net d'utilisation de l'hérédibilité est celui de l'amélioration de la teneur en pulpe dans la population Yangambi chez le palmier à huile. Le Djongo d'Eala a donné naissance en 1922 à la palmeraie de la Rive. A partir de cette palmeraie, on a formé deux populations :

— Quelques arbres choisis pour leur forte production et leur très bonne qualité furent gardés pour la sélection. Ils furent artificiellement croisés et autofécondés. Les descendance ont donné la grosse majorité des blocs A, B et C plantés de 1933 à 1936 à

*phenotypic and genotypic. For the latter, recurrent, reciprocal selection was worked out in 1949 by COMSTOCK, ROBINSON and HARVEY, so as to be at least equal, according to the mode of genic action, to the best of the following two methods : selection for general combining ability, or specific combining ability. Many findings have already been published concerning the effectiveness of this method in the improvement of yield (DOUGLAS *et al.* 1961, PENNY *et al.* 1963, STUBER and MOLL 1971).*

*In a general way, any systems relying on progeny trials have given positive results in the obtainment of high-yielding hybrids (HALLAUER 1967, DA SILVA and LONNQUIST 1968, DUCLOS and CRANE 1968, HORNER *et al.* 1969). LONNQUIST and WILLIAMS (1967) obtain superior simple hybrids on maize by seeking the best combinations. BURTON *et al.* (1971), increase yield by 10.6 p. 100 in 4 selection cycles. MOLL and ROBINSON (1966), observe a response to 4 selection cycles which agrees with their forecasts, without reduction of genetic variance. Results are also recorded for other plants such as oats, barley and millet-seed (MUEHLBAUER *et al.* 1971, CARLSON *et al.* 1969).*

The general conclusion is that this method is particularly well adapted to the improvement of low-heritable characters.

2. — Mass selection.

*Mass selection has also been used with success to improve numerous characters. This method is based mainly on the use of the additive variance. LONNQUIST *et al.* (1966) have improved the yield of a variety of maize, without marked diminution of the additive genetic variability. Gains of 3.9 p. 100 per generation have been acquired in 4 generations of mass selection (GARDNER 1961). PATERNIANI (1967) raises considerably the yield of a very heterogenous population of Brazilian maizes.*

On the other hand, this selection has not brought results for the improvement of the grain production of two varieties of maize, in spite of a large additive variance (HALLAUER and SEARS 1969). ALLARD (1960) cites mass selection on the yield of a variety of maize as an example of an absence of response to selection.

In general, it appears that this system is effective in improving the strongly heritable characters (EL ROUBY and PENNY 1967, FEHR and WEBER 1968, HORNER 1968). It is probable that the lack of results for the improvement of yield is due to the inaptitude of mass selection to recognize superior genotypes (ALLARD 1960, SCHAAF 1968).

A clear example for the use of heritability is that of the improvement in the pulp content of the oil palm in the Yangambi population. The Djongo d'Eala gave rise in 1922 to the Palmeraie de la Rive. Starting with this grove, two populations have been formed :

— A few trees chosen for their high yield and excellent quality were kept for breeding. They were artificially crossed and selfed. The progenies have provided the great majority of the trees in blocks A, B and C planted from 1933 to 1936 at Yangambi (Congo Kinshasa).

TABLEAU I — TABLE I

Caractéristiques des origines Yangambi et Sibiti à La Mé en Côte-d'Ivoire (5-8 ans)
 Characteristics of Yangambi and Sibiti origins at La Mé, Ivory Coast

	Nombre de descen- dances N ^o . of progenies	Régimes/arbre/an Bunches/tree/year			Pourcentage Percentage				Poids moyen d'un fruit Mean weight of one fruit (g)
		Nombre Number	Poids total <i>Total weight</i> (kg)	Poids moyen <i>Mean weight</i> (kg)	Fruits sur régime <i>Fruit on bunch</i> p. 100 F	Pulpe sur fruit <i>Pulp on fruit</i> p. 100 P	Amande sur fruit <i>Kernel on fruit</i> p. 100 K	Huile de palme sur régime <i>Palm oil on bunch</i> p. 100 NP (1)	
Yangambi	13	11,2	105,8	8,4	59,9	78,7	10,9	23,6	12,0
Sibiti	14	11,9	110,7	9,2	57,2	72,0	13,0	20,6	9,8

(1) p. 100 huile de palme calculé p. 100 F × p. 100 P × 0,5 (0,5 : estimation de la teneur en huile de la pulpe).
 p. 100 palm oil calculated : p. 100 F × p. 100 P × 0.5 (0.5 : estimated pulp oil content).

Yangambi (Congo-Kinshasa). Dans ces blocs, on a choisi les meilleures lignées et, dans ces lignées, les meilleurs arbres qui furent croisés pour former la population Yangambi plantée à La Mé en 1949-52.

— Certains arbres ont aussi été pris pour fournir des semences ; ils ont donné par fécondation libre la plantation de M'Filou (Congo-Brazzaville) en 1935. Dans cette population, certains arbres ont été choisis dont les descendance illégitimes constituent la population Sibiti plantée à La Mé également en 1949-52.

Ces deux populations ont été comparées (Tabl. I). On peut constater que les choix phénotypiques ont été efficaces pour augmenter significativement la teneur en pulpe de la population Yangambi. En revanche, la production, peu héritable, n'a pas subi d'amélioration.

3. — Le palmier à huile.

L'adoption, pour la sélection du palmier à huile, d'un système utilisant les performances de descendance nous paraît justifiée. Comme il a déjà été dit, de nombreux caractères importants de la production ont une hérabilité faible. De tels caractères ne peuvent être améliorés, avec de grandes chances de succès, que par la réalisation de tests.

Chacune des composantes de la production est contrôlée par des facteurs dont les effets sont généralement additifs. Ceci n'est pas aussi simple, en réalité, lorsqu'on considère un caractère complexe, comme la production, qui fait intervenir de nombreux facteurs et vraisemblablement des modes d'action génique divers.

Une sélection qui tiendrait compte uniquement de la variance génétique additive négligerait d'importantes possibilités de progrès.

Il est probable qu'une variance génétique non additive notable est attachée à certains caractères (MEUNIER *et al.* 1970). Une expérience intéressante en Malaisie a montré que, pour le matériel utilisé, les variations additives étaient négligeables alors que le niveau de dominance était relativement élevé (THOMAS *et al.* 1969). Plusieurs observations semblent confirmer ce phénomène.

On these blocks the best strains were chosen, and within the strains, the best individuals, which were crossed to form the Yangambi population planted at La Mé in 1949-52.

Certain trees were also set aside for seed supply ; open pollinated they gave the M'Filou (Congo-Brazzaville) plantation in 1935. Certain trees were chosen in this population, and their illegitimate progenies constitute the Sibiti population also planted at La Mé in 1949-52.

These two populations have been compared (Table I). It can be noted that phenotypic choices have been effective in significantly increasing the pulp content in the Yangambi population. On the other hand, yield, little heritable, has not been improved.

3. — The oil palm.

The adoption for oil palm breeding of a system which uses the performances of the progenies appears to us to be justified. As has already been said, many important production characters have a poor heritability. Such characters can only be improved with a good chance of success by the realization of trials.

Each production component is governed by factors whose effects are generally additive. This is not so simple in reality when considering a complex character, like production, into which enter numerous factors and very probably different modes of genic action.

A form of selection which only takes into account the additive genetic variance neglects important possibilities of progress.

It is probable that a marked non-additive genetic variance is attached to certain characters (MEUNIER *et al.* 1970). An interesting experiment carried out in Malaysia has shown that, for the material used, the additive variations are negligible whereas the level of dominance is relatively high (THOMAS *et al.* 1969). Several observations seem to confirm this phenomenon.

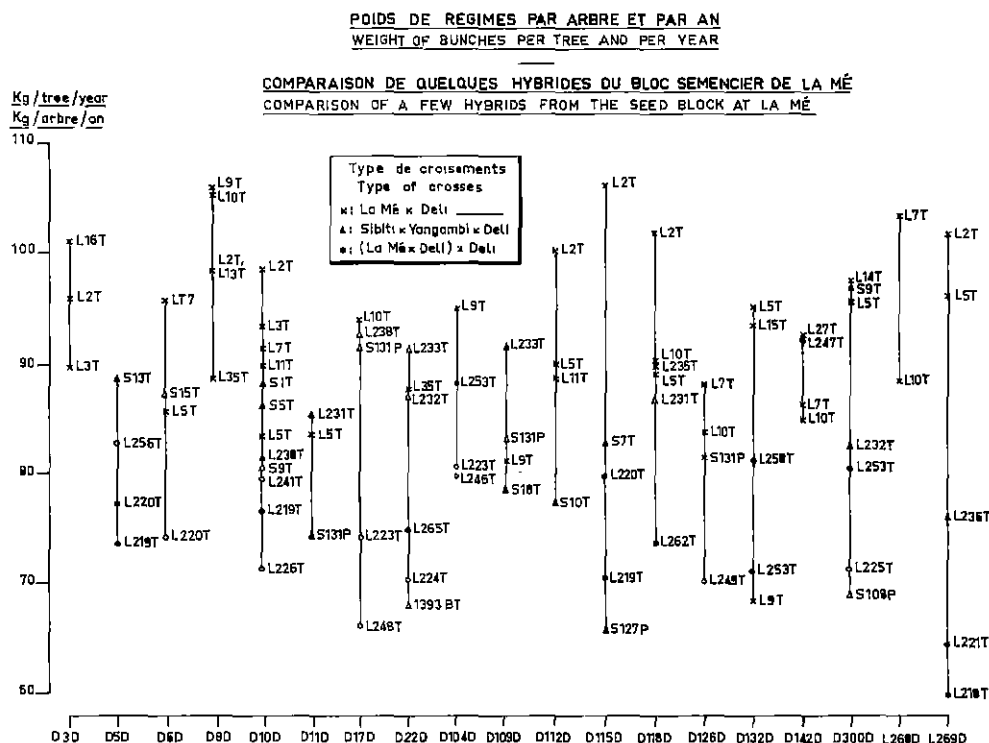


FIG. 2. — Illustration des aptitudes à la combinaison entre géniteurs.

FIG. 2. — Illustration of combining ability between parents.

L'effet de la consanguinité est très prononcé chez le palmier à huile : diminution du rendement d'environ 50 p. 100 en première génération d'autofécondation (GASCON *et al.* 1969). « Comme l'effet dépressif dû à la consanguinité est une conséquence de la dominance directionnelle et que l'amplitude de la variation de la moyenne due à l'inbreeding dépend des fréquences géniques » (FALCONER 1960), nous concluons, avec HORNER *et al.* 1969, que « les effets de dominance sont très importants dans la population parentale et que les fréquences géniques se situent à une valeur intermédiaire pour de nombreux loci importants ».

On observe aussi, dans les descendance, des aptitudes à la combinaison que les valeurs phénotypiques ne laissent pas prévoir. La figure 2 donne le poids de régimes, par arbre et par an, observé sur quelques lignées de 3 à 7 ans à La Mé.

On voit nettement (Fig. 2) qu'un arbre comme L2T donne d'excellents résultats dans tous ses croisements. Le L9T a un comportement très variable ; excellent avec D8D et D104D, il est médiocre avec D109D et D132D... Toutes les lignées avaient été réalisées, après avoir calculé un rendement minimal que l'on pouvait espérer à partir des valeurs observées sur les parents (GASCON *et al.* 1966). De telles différences ne peuvent être décelées que par des tests.

Un point très intéressant aussi est le comportement des hybrides « trois voies » (Tabl. II) plantés à La Mé en 1962.

Les hybrides La Mé x Deli et Deli x Sibiti ont donné de bons résultats dans les conditions de La Mé. Toujours avec le désir d'exploiter au maximum la variabilité génétique inhérente au palmier à huile,

*The effect of inbreeding is very pronounced in the oil palm: a fall in yield of about 50 p. 100 in the first generation of selfing (GASCON *et al.* 1969). « Since inbreeding depression is a consequence of directional dominance, and the magnitude of the change in the mean on inbreeding depends on gene frequencies » (FALCONER 1960), we conclude that « dominance effects are very important in the parental population and that gene frequencies are in the intermediate range for many of the important loci » (HORNER *et al.* 1969).*

One can also observe in the progenies combining ability which were not foreshadowed by the phenotypic values. Figure 2 gives the weight of bunches per tree and per year observed for a few strains from 3 to 7 years at La Mé.

*It can be seen clearly (Fig. 2) that a tree like L2T gives excellent results in all its crosses. L9T behaves very variably ; excellent with D8D and D104D, it is mediocre with D109D and D132D. All the strains were bred after calculation of the minimum yield which could be expected on a basis of the values observed for the parents (GASCON *et al.* 1966). Such differences can only be brought to light by trials.*

Another very interesting point is the behaviour of the « three-way » hybrids (Table II) planted at La Mé in 1962.

The La Mé x Deli and Deli x Sibiti hybrids have given good results under the conditions prevailing at La Mé. Always with the desire of exploiting the oil palm's inherent genetic variability to the utmost, it

TABLEAU II — TABLE II

Caractéristiques des hybrides La Mé × Déli, Déli × Sibiti et (La Mé × Déli) × Sibiti à La Mé
 Characteristics of the La Mé × Déli, Déli × Sibiti and (La Mé × Déli) Sibiti hybrids at La Mé (Ivory Coast)

		Nbre lignées ou arbres N° of strains or trees	Régimes/arbre/an Bunches/tree/year			Pourcentage Percentage				Poids moyen Mean weight		Production t/ha/an Production t/ha/yr.		Rendement usine p. 100 Mill output %		Age observé (ans) Age observed (years)	
			Nbre N°	Poids total Total wt. (kg)	Poids moyen Mean wt. (kg)	Fruits sur régime Fruit on bunch % F	Pulpe sur fruit Pulp on fruit % F	Huile sur pulpe Oil on pulp % H	Amande sur fruit Kernel on fruit % A	Fruit (g) Fruit (g)	Amande (g) Kernel (g)	Régimes (2) Bunches (2)	Huile de palme Palm Oil (3)	Régimes (2) Bunches (2)	Huile de palme (3) Palm Oil (3)		Palmiste (4) Palm kernel (4)
Hybrides simples Simple hybrids	LM × Déli	43	10,8	92,7	8,7	65,3	78,5	51,8	8,5	8,6	0,7	12,5	2,9	22,7	5,0	3-7	
	Déli × Si	14	9,0	82,1	9,2	64,1	76,7	50,4	10,9	12,3	1,3	11,1	2,4	21,2	6,3		
Trois-voies Three-ways (1)	(LM × Déli) × Si	13	11,4	82,1	7,3	64,0	76,7	52,8	11,0	10,5	1,1	11,1	2,5	22,2	6,3		
	L2T × D10D	—	12,7	99,1	7,8	65,0	78,4	52,2	8,2	9,1	0,8	13,4	3,1	22,8	4,8		
Parents Dura des hybrides et trois-voies Dura parents of the hybrids and three-ways	(LM × Déli) × Si	6	10,6	162	15,1	67,0	59,0	—	10	11,9	1,2	—	—	—	—		7-12
	LM × Déli	20	4,5	118	27,9	61,9	62,8	—	8,6	11,3	0,9	—	—	—	—		17-27
	Déli × Si	14	4,8	121	25,8	62,1	62,1	—	8,8	11,0	0,9	—	—	—	—		17-27

(1) Hybride simple dans lequel les parents Dura des « trois-voies » furent choisis.
 Simple hybrids in which the Dura parents of the three-ways were chosen.
 (2) Poids total de régimes/arbre/an × 135 ; on admet 5 % d'arbres improductifs (morts, anormaux).
 Total weight of bunches/tree/year × 135. 5 % is allowed for unproductive trees (dead, abnormal, etc.).
 (3) % F × % P × % H × 0,835, afin de tenir compte du rendement de l'usine et du choix des régimes à analyser.
 % F × % P × % O × 0,835, to take into account mill output and choice of bunches to be analysed.
 (4) % K × 0,9.

il semblait intéressant d'essayer d'obtenir des combinaisons meilleures en utilisant le potentiel génétique des trois origines Déli, Sibiti et La Mé. Dans ce but, on a choisi la meilleure lignée La Mé × Déli du moment : L 2 T × D 10 D. Dans cette lignée, les 6 Dura ayant donné les meilleures productions furent retenus et croisés avec les Pisifera Sibiti déjà utilisés dans les Déli × Sibiti.

Ces trois-voies se révèlent inférieurs en production à la moyenne des La Mé × Déli et égaux aux Déli × Sibiti, alors que la moyenne de leurs parents Dura est supérieure à celle des parents Dura des hybrides simples d'environ 40 kg par an.

Il est évident dans ce cas que des espoirs fondés sur la seule observation phénotypique des parents auraient été très déçus.

Ces résultats sont à rapprocher de ceux trouvés sur maïs, où les trois-voies ne sont généralement pas plus producteurs que les hybrides simples mais légèrement plus variables (JUGENHEIMER 1958, EBERHART *et al.*, 1968). WEATHERSPOON (1970), comparant les rendements en grains de 36 hybrides de maïs, trouve que les hybrides simples produisent 3,1 q/ha de plus que les trois-voies, eux mêmes supérieurs aux hybrides doubles. Il conclut que, pour tenir compte des interactions dues à l'environnement, des tests à grande échelle sont nécessaires.

Cependant pour des caractères comme les pourcentages de pulpe et d'amande, le poids moyen du fruit... une sélection phénotypique sur les individus apportera une amélioration substantielle de ces

seemed that it would be profitable to try and obtain better combinations by using the genetic potential of the three origins : Deli, Sibiti and La Mé. To this end, the best La Mé × Deli strain of the moment was chosen : L2T × D10D. Within this strain, the 6 Dura which gave the best yields were retained and crossed with the Sibiti Pisifera already used in the Deli × Sibiti.

These three-ways proved to have a yield inferior to the mean of the La Mé × Deli and equal to that of the Deli × Sibiti, whilst the mean of their Dura parents is higher than that of the Dura parents of the simple hybrids by about 40 kg per annum.

It is obvious that in this case any hopes founded on phenotypic observations of the parents only would have been doomed to disappointment.

These results can be compared with those obtained for maize, where the three-ways are generally not more productive than the simple hybrids but slightly more variable (JUGENHEIMER 1958, EBERHART *et al.* 1960). WEATHERSPOON (1970) compares the seed yield of 36 maize hybrids, and finds that the simple hybrids produce 3.1 metric quintals/hectare more than the three-ways, themselves superior to double hybrids. He concludes that in order to take into account the interactions due to environment, large-scale trials are required.

However, for characters like the percentage of pulp and of kernel, the mean weight of one fruit, etc..., phenotypic selection on individuals would lead to a substantial improvement of these characters because of their high

caractères du fait de leur héritabilité élevée. On peut aussi tenir compte de l'héritabilité non négligeable du nombre de régimes, mais une sélection massale sur ce caractère risque d'être délicate en raison de corrélations phénotypiques avec le poids moyen (BEIRNAERT 1934, GRAY 1969). Dans tous les cas, les tests permettent, en plus, de confirmer les choix.

4. — La consanguinité.

La consanguinité, chez le palmier à huile, a pour conséquence une diminution marquée de la vigueur et de la production. Ceci est pratiquement général chez les plantes allogames. On doit tenir compte de cet effet à la fois dans les programmes d'amélioration (difficulté des choix phénotypiques sur du matériel entaché d'un certain taux d'inbreeding), et dans les programmes de production de semences (création de lignées sans consanguinité).

L'observation des « backcross » à La Mé apporte des arguments en faveur de ce point de vue.

heritability. The heritability of bunch number, far from negligible, can also be taken into account, but mass selection based on this character is likely to be risky because of the phenotypic correlations with mean weight (BEIRNAERT 1934, GRAY 1969). In all cases tests enable the choices to be confirmed into bargain.

4. — Inbreeding.

In the oil palm inbreeding results in a marked reduction in vigour and yield. This is almost general with allogamous plants. This effect must be taken into account both in improvement programme (difficulty of phenotypic choices on material tainted with a certain measure of inbreeding) and in seed production programme (creation of non-related strains).

The observation of backcrosses at La Mé provides arguments in favour of this point of view.

TABLEAU III — TABLE III

Comparaison des hybrides La Mé × Déli et des backcross (La Mé × Déli) × Déli
(Il s'agit de backcross au sens large, c'est-à-dire recroisement d'un hybride sur une des origines parentales)
Comparison of La Mé × Deli hybrids with (La Mé × Deli) × Deli backcrosses
(These are backcrosses in a broad sense, i.e. recrossing of a hybrid on one of the parental origins)

Croisements Crosses	Moyenne 3 à 5 ans Mean 3 to 5 years				Moyenne 3 à 7 ans Mean 3 to 7 years			
	Nombre de lignées N° of strains	N	P	R	Nombre de lignées N° of strains	N	P	R
		N°	Wt	B. wt		N°	Wt.	B. wt
La Mé × Déli	78	10,6	63,4	6,0	46	10,9	92,7	8,5
(La Mé × Déli) × Déli	62	7,8	47,6	6,1	31	8,8	76,1	8,6

La production des backcross est nettement inférieure à celle des hybrides correspondants. Ici encore, les seuls caractères notablement améliorés sont le pourcentage de pulpe sur fruit et le poids moyen du fruit (GASCON *et al.* 1969) qui sont très héritables. Ceci est bien en accord avec ALLARD (1960).

La méthode backcross est spécialement adaptée à l'obtention d'une variété nouvelle différant d'une bonne variété existante par un petit nombre de gènes seulement qui déterminent quelque caractère désirable manquant à cette variété, mais présent dans une autre qui peut être utilisée comme donneur. Cette méthode requiert en outre des cycles répétés de sélection (Mary THOMAS 1952, BRIGGS *et* ALLARD 1953).

Il ne semble donc pas que le backcrossing soit une méthode favorable avec le matériel actuel. Même si l'effet d'inbreeding est masqué dans certaines conditions (échantillonnage, interaction de l'environnement...) il est probable que cet effet subsiste et qu'il soit préférable de l'éliminer.

CONCLUSION

La méthode générale d'amélioration du palmier à huile exposée dans cette note nous semble satisfaisante pour plusieurs raisons. Elle tient compte des

*The production of the backcrosses is appreciably inferior to that of the corresponding hybrids. Here again, the only characters which have notably improved are the p. 100 pulp/fruit and mean weight of the fruit, which are highly heritable (GASCON *et al.* 1969). This agrees with ALLARD (1960).*

*The backcross method is specially adapted to the obtainment of a new variety differing from a good existing variety by only a small number of genes determining some desirable character lacking in that variety, but present in another which can be used as donor. In addition, this method requires repeated selection cycles (Mary THOMAS 1952, BRIGGS *and* ALLARD 1953).*

It does not seem, therefore, that backcrossing is a suitable method for the actual planting material. Even if the effect of inbreeding is masked under certain conditions (samplings, interaction with the environment, etc...), it is probable that this effect persists and that it would be preferable to eliminate it.

CONCLUSION

The general method of oil palm improvement set out in this note seems satisfactory to us for several reasons. It takes account of the biological data of the plant. It

données biologiques de la plante, exploite l'héritabilité des caractères en réunissant les avantages des tests et des choix phénotypiques, évite la consanguinité lors de la production de semences.

Cette méthode autorise aussi une vulgarisation rapide des résultats puisque les sélections Dura et Tenera sont conduites en même temps que les tests. Ainsi, comme dans le cas du bloc semencier de La Mé, les semences peuvent être produites dès les résultats des tests. En Côte d'Ivoire on peut estimer l'amélioration apportée par le premier cycle de sélection à environ 13 p. 100 pour la production de régimes, 6 p. 100 pour le taux d'extraction et 21 p. 100 pour la production d'huile de palme.

Un autre avantage est la connaissance précise du matériel issu de la production de semences que l'on peut obtenir par la sélection massale. Ainsi à San Alberto, en Colombie, on a découvert que certains croisements trois-voies étaient spécifiquement sensibles à la carence magnésienne. Ce phénomène peut être dû à des interactions géniques imprévisibles que les tests ont permis de mettre en évidence.

Enfin la production d'hybrides telle qu'elle vient d'être présentée permet de fournir un matériel dont la bonne homogénéité est importante pour les plantations industrielles.

Notre but était seulement de discuter la méthode d'améliorations et nous n'avons donc pas abordé les problèmes liés à des schémas particuliers, à certaines modifications du schéma général, ou à l'augmentation de la variabilité génétique. Il est par exemple évident que la prospection et l'introduction de matériels nouveaux sont indispensables pour l'amélioration du palmier à huile. Une place importante leur est attribuée dans le schéma adopté.

* * *

Nous tenons à remercier M. DEMARLY, Professeur à la Faculté des Sciences (Orsay), qui a étudié nos travaux sur le terrain et a bien voulu examiner nos conclusions.

* * *

We would like to thank M. DEMARLY, Professor at the Science Faculty at Orsay, who examined our work in the field and was kind enough to study our conclusion.

REFERENCES

- ALLARD, R. W. 1960. — *Principles of plant breeding*. John Wiley and Sons, New York-London.
- BEIRNAERT, A. 1934. — Influence du nombre et du poids des régimes sur le choix des semenciers. *Inédit*.
- BEIRNAERT, A. 1935. — Introduction à la biologie florale du palmier à huile. *Pub. de l'I. N. E. A. C., Série Sci.*, n° 5.
- BEIRNAERT, A., VANDERWEYEN, R. 1941. — Contribution à l'étude génétique et biométrique des variétés d'*Elaeis guineensis* Jacquin. *Pub. de l'I. N. E. A. C., Série Sci.*, n° 27.
- BÉNARD, G. 1965. — Caractéristiques qualitatives du régime d'*Elaeis guineensis*. Teneur en huile de la pulpe des diverses origines et des croisements interorigines. *Oléagineux*, 20, p. 163.
- BLAAK, G. 1965. — Breeding and inheritance in the oil palm. Part III: Yield selection and inheritance. *Journal of N. I. F. O. R.*, 4, 262.
- BLAAK, G., MENENDEZ, T. M. — Breeding and inheritance in the oil palm. Part IV: Inheritance and heritability of bunch quality. In HARTLEY, « *The Oil Palm* », 1967, p. 252.
- BRIGGS, F. N., ALLARD, R. W. 1953. — The current status of the back-cross method of plant breeding. *Agronomy J.*, 45, n° 4 p. 131.
- BURTON J. W., PENNY L. H., HALLAUER A. R., EBERHART, S. A. 1971. — Evaluation of synthetic populations developed from a maize variety (BSK) by two methods of recurrent selection. *Crop Science*, n° 3, p. 361.
- CARLSON, I. T., ASAY, K. H., WEDIN, W. F., VETTER, R. L. 1969. — Genetic variability in vitro in dry matter digestibility of fall-saved reed Canarygrass. *Crop Science*, n° 2, p. 162.
- COMSTOCK, R. E., ROBINSON, H. F., HARVEY, P. H. 1949. — A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. *Agron. J.*, 41, p. 380.
- GRESS, C. E. 1966. — A comparison of recurrent selection systems *Genetics*, 54, p. 1371.
- GRESS, C. E. 1967. — Reciprocal recurrent selection and modifications in simulated populations. *Crop Science*, n° 6, p. 561.
- DA SILVA, W. J., LONNQUIST, J. H. 1968. — Genetic variances in populations developed from full-sib and S1 tester-cross progeny selection in an open-pollinated variety of maize. *Crop Science*, n° 2, p. 201.
- DE BERCHOUX C., GASCON, J. P. 1965. — Caractéristiques végétales de cinq descendances d'*Elaeis guineensis* Jacq. *Oléagineux* 20, p. 1.
- DOUGLAS, A. G., COLLIER J. W., EL EBRASHY M. F., ROGERS J. S. 1961. — An evaluation of three cycles of reciprocal recurrent selection in a corn improvement programme. *Crop Science*, n° 2, p. 157.
- DUCLOS, L. A., CRANE P. L., 1968. — Comparative performance of topcrosses and S1 progeny for improving populations of corn. *Crop Science*, n° 2, p. 191.
- DUDLEY J. W., MOLL R. H., 1969. — Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. *Crop Science*, n° 3, p. 257.
- EBERHART S. A., HALLAUER A. R., 1968. — Genetic effects for yield in single, three-way, and double-cross maize hybrids. *Crop Science*, n° 3, p. 377.
- EL ROUBY M. M., PENNY, L. H. 1967. — Variation and covariation in a high-oil population of corn, and their implications in selection. *Crop Science*, n° 3, p. 216.
- FALCONER D. S., 1960. — *Introduction to quantitative genetics*. Ronald press C. N. Y. 365 pp.
- FEHR, W. R., WEBER C. R., 1968. — Mass selection by seed size and specific gravity in soybean populations. *Crop Science*, n° 5, p. 551.
- GARDNER, C. O. 1961. — An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. *Crop Science*, n° 3, p. 241.

- GASCON J. P., DE BERCHOUX C. 1963. — Quelques relations entre les Dura et Tenera d'une même descendance et leur application à l'amélioration des semences. *Oléagineux*, n° 6, p. 411.
- GASCON J. P., DE BERCHOUX, C. 1964. — Caractéristiques de la production d'*Elaeis guineensis* Jacq. de diverses origines et de leurs croisements. *Oléagineux*, n° 2, p. 75.
- GASCON J. P., NOIRET J. M., BÉNARD G. 1966. — Contribution à l'étude de l'hérédité de la production de régimes d'*Elaeis guineensis* Jacq. *Oléagineux*, n° 11, p. 657.
- GASCON, J. P., NOIRET J. M. — Effets de la consanguinité chez *Elaeis guineensis* Jacq. *Oléagineux*, n° 11, p. 603.
- GRAY B. S. 1969. — A study of the influence of genetic agronomic, and environmental factors on the growth, flowering and bunch production of the oil palm on the West coast of Malaysia. *Thèse Univ. d'Aberdeen*.
- HALLAUER A. R. 1967. — Development of single-cross hybrids from two-eared maize populations. *Crop Science*, n° 3, p. 192.
- HALLAUER A. R., SEARS J. H. 1969. — Mass selection for yield in two varieties of maize. *Crop Science*, n° 1, p. 47.
- HALLAUER, A. R., EBERHART, S. A. 1970. — Reciprocal full-sib selection. *Crop Science*, n° 3, p. 315.
- HALLAUER, A. R. 1970. — Genetic variability yield after four cycles of reciprocal recurrent selection in maize. *Crop Science*, n° 5, p. 482.
- HARDON, J. J., THOMAS, R. L. 1968. — Breeding and selection of the oil palm in Malaya. *Oléagineux*, n° 2, p. 85.
- HARDON J. J. 1969. — Breeding in some perennial industrial crops. *Sab. News*, 1, p. 37.
- HARDON J. J. 1970. — Inbreeding in populations of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) and its effect on selection *Oléagineux*, n° 8-9, p. 449.
- HARDON J. J., OOI SWEE CHAI. 1971. — To what extent should inbreeding be avoided in oil palm seed production. *Chemara Research Station, Malaya, Communication* (agronomic), restricted distribution, n° 9, 11 p.
- HARTLEY, C. W. S. 1967. — *The oil palm*. Trop. Agric. Series. Longmans London, 706 pp.
- HENRY P. 1957. — Recherches sur la croissance et le développement chez *Elaeis guineensis* J. et chez *Cocos nucifera* L. Comparaisons avec quelques autres palmiers *Thèse doc. Univ. de Paris*.
- HORNER, E. S. 1968. — Effect of a generation of inbreeding on genetic variation in corn as related to recurrent selection procedures. *Crop Science*, n° 1, p. 32.
- HORNER, E. S., CHAPMAN, W. H., LUTRICK, M. C. LUNDY, H. W. 1969. — Comparison of selection based on yield of top-cross progenies and of S2 progenies in maize. *Crop Science*, n° 5, p. 539.
- I. R. H. O. 1969. — Rapport annuel.
- JUGENHEIMER, R. W. 1958. — Hybrid maize breeding seed production. *F. A. O. Pap.*, n° 62, 369 pp.
- LONNQUIST, J. H., O. COTA, A., GARDNER, C. O. 1966. — Effect of mass selection and thermal neutron irradiation on genetic variance in a variety of corn. *Crop Science*, n° 4, p. 330.
- LONNQUIST, J. H., WILLIAMS, N. E. 1967. — Development of maize hybrids through selection among full-sib families. *Crop Science*, n° 4, p. 369.
- LUSH, J. L. 1945. — *Animal breeding plans*. Iowa state Univ. press. 441 pp.
- MEUNIER, J., GASCON, J. P., NOIRET, J. M. 1970. — Hérité des caractéristiques du régime d'*Elaeis guineensis* J. en Côte-d'Ivoire. Héritabilité, aptitude à la combinaison. *Oléagineux*, n° 7, p. 377.
- MOLL, R. H., ROBINSON, H. F. 1966. — Observed and expected response in four selection experiments in maize. *Crop Science*, n° 4, p. 319.
- MUEHLBAUER, F. J., MARSHALL, H. G., HILL, R. R. 1971. — Combining ability, heritability, and cytoplasmic effects in oats. *Crop Science*, n° 3, p. 375.
- N. I. F. O. R. 1966. — Second annual report.
- N. I. F. O. R. 1967. — Third annual report.
- NOIRET, J. M., GASCON, J. P., BÉNARD, G. 1966. — Contribution à l'étude de l'hérédité des caractéristiques de la qualité du régime et du fruit d'*Elaeis guineensis* J. Application à la sélection du palmier à huile. *Oléagineux*, n° 6, p. 343.
- NOIRET, J. M., GASCON, J. P. 1967. — Contribution à l'étude de la hauteur et de la croissance du stipe d'*Elaeis guineensis* Jacq. Application à la sélection du palmier à huile. *Oléagineux*, n° 11, p. 661.
- PATERNIANI, E. 1967. — Selection among and within half-sib families in a Brazilian population of maize. *Crop Science*, n° 3, p. 212.
- PENNY, L. H., RUSSELL W. A., SPRAGUE G. F., HALLAUER A. R. 1963. — Recurrent selection. *Pub. 982, Nat. Ac. of Sci. Nat. Res. Council*. p. 352.
- PRONK F. 1955. — *De Veredeling van de olie palm door het algemeen Proefstation der AVROS*. Mimeo, 29 p.
- SCHAAF, H. M. 1968. — Phenotypic selection in crested wheat-grass. *Crop Science*, n° 6, p. 643.
- SPARNAALI, L. D. 1958. — *Oil palm breeding and selection in Belgian Congo*. WAIFOR mimeographed report. In HARTLEY, «The Oil Palm», 1967, p. 217.
- SPRAGUE, G. F. 1955. — *Corn breeding, Corn and corn improvement* Ac. press Inc. N. Y.
- STUBBER, C. W., MOLL, R. H. 1971. — Epistasis in maize II : Comparison of selected with unselected populations. *Genetics*, n° 1, p. 137.
- THOMAS Mary, 1952. — *Back crossing*. Commonwealth Agric. Bur. Tech. com. n° 16, 136 pp.
- THOMAS, R. L., HARDON, J. J. 1968. — An outline of breeding and selection in the oil palm. *Malaysian Agric. J.*, n° 3, p. 324.
- THOMAS, R. L., WATSON, H. HARDON J. J. 1969. — Inheritance of some components of yield in the Deli Dura variety of oil palm. *Euphytica*, n° 1, p. 92.
- VANDERWEYEN, R. 1952. — *Notions de culture de l'Elaeis en Congo-Belge* Pub. de la Dir. de l'Agric. et des Forêts. Brux. 292 pp.
- WEATHERSPOON, J. H. 1970. — Comparative yields of single, three-way, and double crosses of maize. *Crop Science*, n° 2, p. 157.



RÉSUMÉS

FRANÇAIS

Le schéma général d'amélioration du palmier à huile à l'I. R. H. O., J. MEUNIER et J.-P. GASCON, *Oléagineux*, 1972, t. 27, N° 1, p. 1.

Après quelques rappels sur la biologie d'*Elaeis guineensis*, plante pérenne allogame monoïque, les auteurs citent les principaux résultats obtenus à La Mé (Côte-d'Ivoire) dans l'Expérience Internationale et le Bloc semencier.

— Les caractéristiques des palmiers à huile de diverses origines présentent des différences importantes, mais la variabilité à l'intérieur de chacune est relativement faible.

— Les composantes de la production de régimes et du taux d'extraction sont contrôlées par des facteurs quantitatifs à effets généralement additifs.

— Les hybrides Afrique × Déli sont plus productifs grâce à une meilleure combinaison des facteurs poids et nombre de régimes.

— Certains caractères (nombre de régimes, p. 100 de pulpe, poids du fruit et de l'amande) sont héréditaires ; pour d'autres (poids moyen du régime, p. 100 fruits, teneur en huile) l'hérédité est faible.

— La consanguinité a un effet dépressif très marqué, chez *Elaeis*. Elle se traduit par une diminution de la production de 50 p. 100 dans les autofécondations et de 25 p. 100 dans les « backcross ».

Le schéma de sélection adopté par l'I. R. H. O. est exposé. Il s'agit d'une adaptation assez large de la sélection récurrente réciproque au palmier à huile. Il comprend essentiellement des tests de géniteurs entre deux groupes A et B non apparentés, choisis pour leurs caractères complémentaires. A l'intérieur de chaque groupe, une amélioration est réalisée par des croisements entre géniteurs prouvés et des autofécondations. Dans ces lignées, des choix phénotypiques sont réalisés par les caractères à forte hérédité.

La justification de ce schéma est discutée en comparant les avantages de la sélection massale et de la sélection récurrente. Il est admis de façon générale que la sélection massale est efficace pour les caractères à forte hérédité. Pour les caractères faiblement héréditaires des résultats meilleurs sont obtenus par l'utilisation de tests de géniteurs.

La présence chez le palmier de nombreux caractères importants à faible hérédité et d'effets de dominance a fait adopter une sélection fondée sur l'observation des tests et complétée par des choix phénotypiques pour les caractères héréditaires. Différentes observations (performances des hybrides, comportement des trois-voies) confirment ce point de vue. L'effet de la consanguinité, d'autre part, fait déconseiller de recourir au backcross pour la production de semences commerciales.

Mots clés : Palmier à huile, Sélection récurrente, Sélection massale, Consanguinité, Rendement.

Réponse des cocotiers au chlorure (de potassium) aux Philippines, H. R. von UEXKULL, *Oléagineux*, 1972, t. 27, N° 1, p. 13.

Des expériences de fumure sur cocotier à la Station de Bago-Oshiro (Philippines Coconut Research Institute) ont attiré l'attention sur le fait suivant : sur sols bien pourvus en K échangeable, plus de 300 ppm, les apports de chlorure de potassium provoquent des effets très importants tant sur la croissance des jeunes cocotiers que sur la production des adultes. Les analyses d'échantillons foliaires ont permis d'attribuer ces effets à une amélioration de la nutrition chlorée des arbres.

Ainsi, sur arbres adultes, lorsque la teneur de la feuille de rang 14 s'élève de 0,036 à 0,196 p. 100 de matière sèche, le rendement en coprah/arbre croît de 11,9 à 29,5 kg, essentiellement par augmentation du coprah par noix (respectivement 123 et 287 g/noix).

Les symptômes qui sont décrits et qui, habituellement,

pourraient être attribués à une déficience potassique refléteraient en fait une carence grave en chlore.

En conclusion, il se confirme que le chlore doit être, dans certaines conditions, considéré comme un élément essentiel de la nutrition du cocotier.

Mots clés : Cocotier, Déficience en chlore, Symptômes, Fumure, Croissance, Rendement.

Semences d'arachide : pourcentages de germination potentielle et réelle, R. P. MOORE, *Oléagineux*, 1972, t. 27, N° 1, p. 25.

Les pratiques commerciales courantes en matière d'évaluation de la qualité des graines de semences consistent à définir le pourcentage total de germination dans des conditions favorables au cours d'un test de croissance. On considère que plus le pourcentage est élevé meilleur sera le lot.

En fait, ce pourcentage représente une capacité germinative potentielle souvent différente de la germination réelle. Les conditions idéales des tests ne se retrouvent pas dans le milieu ambiant et de nombreuses interactions existent entre la graine et le milieu. Sécheresse, dormance, stockage, traitements aux fongicides sont les principales causes de divergence des tests.

On s'est efforcé, par l'usage du test au tétrazolium, de mesurer la qualité des embryons et de définir leur tendance germinative (stable ou non stable) en fonction de l'étendue et de l'emplacement des tissus sains, nécrosés ou simplement abîmés. On arrive ainsi à mieux interpréter les résultats de germination potentielle et de germination réelle.

Mots clés : Arachide, Semences, Tests germination, Tétrazolium.

Etude des acides oxydés d'une huile de palme brute, F. BÉDIÉ, *Oléagineux*, 1972, t. 27, N° 1, p. 31.

Après quelques généralités concernant l'autoxydation des corps gras et les hypothèses émises sur la structure des produits obtenus, l'auteur étudie, dans le cas de l'huile de palme, les produits d'oxydation non volatils dénommés acides oxydés, utilisant leurs esters méthyliques, plus faciles à séparer par les méthodes chromatographiques. Il décrit un procédé d'obtention de ces esters méthyliques dépourvus d'insaponifiable, leur isolement par chromatographie sur colonne, puis il aborde la délicate question de leur fractionnement. Celui-ci est réalisé par chromatographie sur colonne et les différentes fractions obtenues sont étudiées par chromatographie sur couche mince, spectroscopie U. V. et I. R. et osmométrie de vapeur pour la détermination des poids moléculaires.

Les résultats obtenus permettent de conclure que la quasi-totalité de ces fractions est constituée de produits de dégradation partielle d'oxydimères. Les différentes fonctions chimiques mises en évidence dans ces fractions sont précisées.

Mots clés : Huile de palme, Analyse, Acides oxydés.

Les conséquences d'un mélange d'huiles de palme de bonne et de mauvaise qualité, J. J. OLIE, *Oléagineux*, 1972, t. 27, N° 1, p. 33.

Il est possible de calculer l'augmentation probable de l'acidité au cours du stockage et du transport d'un mélange d'une huile de palme stabilisée, de bonne qualité, à faible teneur en a. g. l. et d'une huile de basse qualité, non stabilisée, d'acidité élevée. L'aptitude au blanchiment est en outre diminuée.

Il est conseillé de faire construire des tanks de stockage supplémentaires afin d'éviter de mélanger des huiles de bonne et de mauvaise qualités. Le supplément d'investissement est justifié dans de nombreux cas.

Mots clés : Huile de palme, Influence mélange sur acidification, conservation, décoloration, Incidences économiques.



ENGLISH

SUMMARIES

General schema for oil palm improvement at the I. R. H. O., J. MEUNIER & J. P. GASCON, *Oléagineux*, 1972, v. 27, N° 1, p. 1.

After a few reminders about the biology of *Elaeis guineensis*, a perennial, monoecious, allogamous plant, the authors cite the principal results obtained at the La Mé Station (Ivory Coast) in the International Experiment and the Seed Block.

— The characteristics of oil palm of different origins present marked differences, but the variability within each one is relatively small.

— The bunch yield and extraction rate components are governed by quantitative factors whose effects are generally additive.

— The African × Dell hybrids are more productive, thanks to a better combination of the bunch weight and number factors.

— Certain characters (bunch number, p. 100 pulp, weight of fruit and kernel) are heritable; for others (mean bunch weight, p. 100 fruit, oil content) heritability is low.

— Inbreeding has a very marked depressive effect in *Elaeis guineensis*. It manifests itself as a reduction in yield of 50 p. 100 in selfings and 25 p. 100 in backcrosses.

The selection plan adopted by the I. R. H. O. is described. It is a fairly broad adaptation of recurrent, reciprocal selection to the oil palm. It comprises mainly progeny trials between two non-related groups, A and B, chosen for their complementary characters. Within each group improvement is achieved by crosses between proved parents and selfings. In these strains phenotypic choices are made for highly heritable characters.

This schema is then justified in a discussion which compares the advantages of mass selection with those of recurrent selection. It is admitted in a general way that mass selection is effective for the highly heritable characters. For those which are little heritable, better results are obtained through the use of progeny trials.

The presence in the oil palm of numerous important characters of low heritability and of effects of dominance has caused us to adopt a form of selection based on the observation of trials and completed by phenotypic choices for the heritable characters. Different observations (performance of hybrids, behaviour of three-way crosses) confirm this point of view. Then again, the effect of inbreeding leads us to advise against having recourse to backcrossing for the production of commercial seed.

Response of coconuts to (potassium) chloride in the Philippines, H. R. von UEXKULL, *Oléagineux*, 1972, v. 27, N° 1, p. 13.

Coconut manuring experiments on the Bago-Oshiro Station (Philippines Coconut Research Institute) have drawn attention to the following fact: on soils well provided with exchangeable K (more than 300 ppm) potassium chloride dressings have a very appreciable effect both on the growth of the young coconuts and on the yield of the adults. Analyses of leaf samples have allowed this to be attributed to an improvement in the chlorine nutrition of the trees.

Thus, on adult trees, when the content of frond 14 rises from 0.036 to 0.196 p. 100 of dry matter, the yield of copra/tree increases from 11.9 to 29.5 kg, mainly through the increase in copra/nut (123 and 287 g/nut respectively).

The symptoms described, which could normally be attributed to a potassium deficiency, would reflect in reality a serious lack of chlorine.

In conclusion it is confirmed that in certain conditions chlorine should be considered an essential element in coconut nutrition.

Seed peanuts—Potential VS. Actual germination percentage, R. P. MOORE, *Oléagineux*, 1972, v. 27, N° 1, p. 25.

Current commercial practice for the evaluation of seed peanut quality consists in the definition of the total percentage of germination in favourable conditions in the course of a growth test. It is considered that the higher the percentage, the better the lot.

In actual fact, the percentage represents a potential germination capacity which is often different from the real germination. The ideal conditions ensured for tests are not always found in the normal environment, and there are a great many interactions between the seed and its environment. Drought, dormancy, storage, fungicide treatments are the main causes of divergences from the tests.

An effort has been made, by means of the Tetrazolium test, to measure the quality of the embryos and to define their germination tendency (stable or otherwise) in function of the extent and place of healthy, necrosed or simply damaged tissues. In this way a better interpretation of the results of potential and actual germination is achieved.

A study of the oxidized acids in crude palm oil, F. BÉDIE, *Oléagineux*, 1972, v. 27, N° 1, p. 31.

After a few general remarks concerning the auto-oxidation of fats and the hypotheses put forward about the structure of the products obtained, the author takes the case of palm oil and studies the non-volatile oxidation products known as oxidized acids, using their methyl esters, which are easier to separate by chromatographic methods. He describes a process for obtaining these methyl esters without unsaponifiable products, their isolation by column chromatography, and goes on to deal with the delicate question of their fractionating. This operation is carried out by column chromatography, and the different fractions obtained are studied by thin-layer chromatography, u. v. and i. r. spectroscopy and vapour osmometry for the determination of molecular weight.

The results obtained lead to the conclusion that practically all these fractions are made up of the products of the partial degradation of oxydimers. The different chemical functions shown in these fractions are given in detail.

The consequences of mixing good and poor quality palm oil, J. J. OLIE, *Oléagineux*, 1972, v. 27, N° 1, p. 33.

It can be calculated how much f. f. a. content will increase during storage and transport of a mixture of good stabilised palm oil, with a low f. f. a. content, with a poor quality non stabilised oil with a high f. f. a. level. Bleachability is also impaired.

It is suggested that extra storage tanks be built so as to avoid the necessity of mixing good and poor quality oils. The extra investment costs are justified in many instances.

