

MESURE DE LA PLÉNITUDE DE LA BANANE

par

R. DEULLIN et J. MONNET

Institut Français de Recherches fruitières Outre-Mer.

La plénitude de la banane est un critère de développement dont la connaissance est indispensable pour l'appréciation de la qualité de ce fruit aux différents stades de l'industrie bananière : à la coupe, à l'exportation, à la commercialisation et pour tous les travaux de recherche.

Les méthodes utilisées actuellement pour sa détermination manquent de précision et elles ne donnent qu'une valeur approximative. Ce manque de précision peut constituer un inconvénient dans de nombreux cas.

Pour combler cette lacune, nous avons recherché une méthode permettant d'obtenir une valeur chiffrée de la plénitude de la banane. Nous l'exposons ci-dessous après un bref rappel du sens à accorder au mot plénitude lorsqu'il s'applique à la banane et un rapide exposé des méthodes qui ont déjà été employées pour sa détermination.

NOTION DE PLÉNITUDE

La plénitude d'une banane peut se définir comme étant sa grosseur en proportion de sa longueur ; c'est une notion qui fait intervenir le volume apparent du fruit. Dans la pratique courante, on emploie une terminologie particulière : les régimes récoltés sont classés en « maigres », « trois quarts », « trois quarts pleins », « pleins ». On dit que les fruits se « remplissent », qu'ils « s'arrondissent » et que leurs côtes s'effacent. La surface de la section transversale médiane du fruit

augmente plus rapidement que sa longueur. Approximativement, à la coupe, la longueur du fruit est inférieure au double de sa dimension primitive, tandis que la surface de la section devient cinq à six fois plus grande. La notion de plénitude se traduit en anglais par les mots de « fullness », « plumpness » qui se rapportent eux aussi à la grosseur du fruit.

Il nous a semblé que le mot français « plénitude » est celui qui convient le mieux pour dénommer ce critère de développement de la banane.

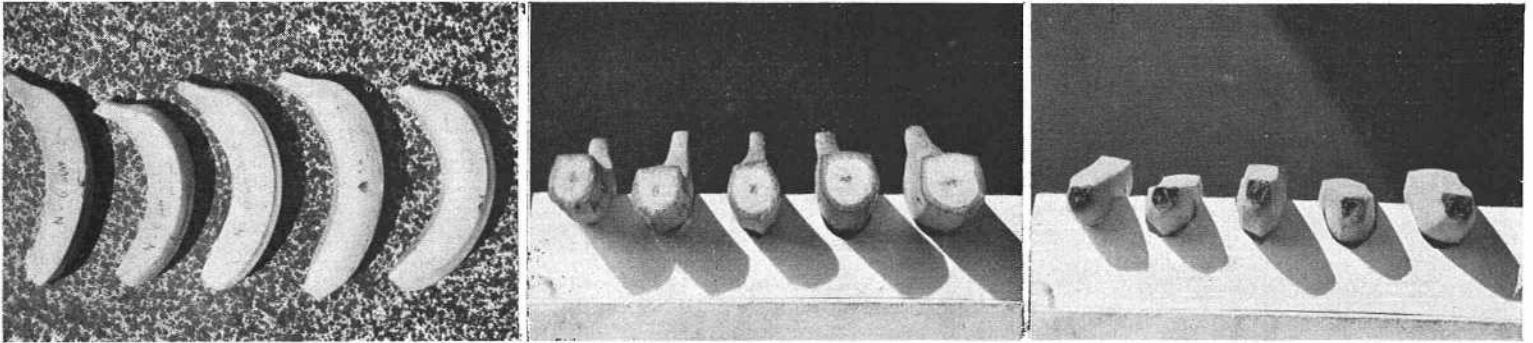
MÉTHODES D'APPRÉCIATION DE LA PLÉNITUDE

Estimation visuelle.

La méthode la plus employée consiste à déterminer la valeur de la plénitude par estimation visuelle. Un opérateur entraîné classe les régimes d'après leur aspect d'ensemble par rapport à une échelle de graduation conventionnelle comportant quatre à cinq dénominations qui diffèrent suivant le pays considéré (voir tableau ci-contre).

Il n'y a pas de définitions précises de ces dénominations et elles sont difficilement comparables entre elles.

PAYS	DÉNOMINATIONS
Angleterre . .	Three quarter ; Three quarter full ; Heavy three quarter full ; Full
France	maigre ; trois quarts léger ; trois quarts ; trois quarts plein ; plein
U. S. A.	Three quarter ; Light Full three quarter ; Full three quarter ; Full



PHOTOS 1-2-3. — *Sinensis naine*. Fruits médians de rangée interne de première main classés par plénitude croissante : 4,2-5,2-6-7,1-8,6. (Photos M.-A. Tisseau.)

Rapport pulpe/peau.

La mesure de la plénitude est basée sur la variation du rapport pulpe/peau qui augmente lorsque le fruit se développe. Elle a été proposée en 1908 par TALLARICO (1) et a été employée par plusieurs auteurs, particulièrement pour suivre la maturation des bananes.

Wardlaw, Léonard, Barnell (2) indiquent les valeurs suivantes pour la banane Gros Michel depuis l'émergence de la fleur jusqu'au développement maximum sur le plant.

Le facteur personnel de l'observateur ne peut être évité et il est essentiel de savoir s'il a observé les fruits internes ou les fruits externes du régime.

Cette méthode a l'avantage d'être très rapide, mais elle présente par contre l'inconvénient d'être qualitative et subjective.

Age du fruit en jours.....	0	20	40	60	80	90	105	120
Plénitude d'après l'estimation visuelle..					3/4 full	heavy 3/4 full	la peau se fend	
Rapport pulpe/peau	0,2	0,3	0,5	0,9	1,3	1,5	1,7	2

Huet (3) indique les valeurs suivantes pour la variété *Sinensis naine*.

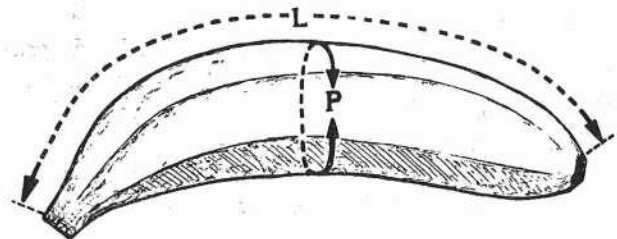
	MAIGRE	COUPE NORMALE	FRUIT PLEIN
Rapport pulpe/peau..	1	1,2	1,4

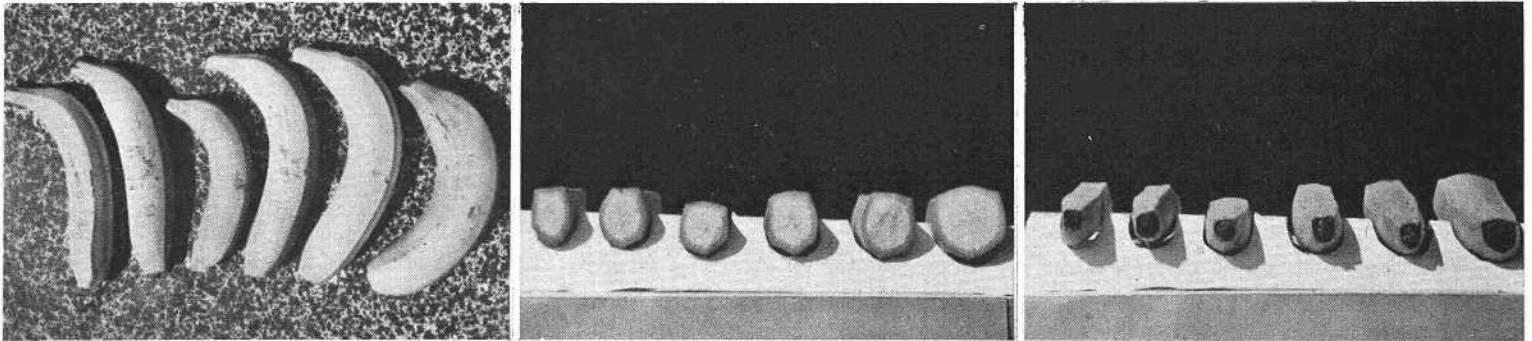
que la pulpe, le rapport pulpe/peau des fruits déshydratés sera augmenté.

Échelle de plénitude.

La Fédération des Planteurs de la Nouvelle-Galles du Sud (4) a publié une échelle de plénitude destinée à la classification des fruits séparés du régime et condi-

Cette méthode est longue et peu pratique. Sa sensibilité est faible. Lorsque le fruit est fraîchement récolté, la séparation de la peau et de la pulpe est difficile. D'autre part, le résultat peut être faussé lorsque la banane s'est déshydratée. Si, comme il y a lieu de le supposer, la peau de la banane se déshydrate plus





tionnés en caisse pour la variété Sinensis Naine. Les fruits sont classés en cinq catégories suivant la longueur de la côte externe et suivant le périmètre de la section transversale médiane.

Cette échelle est basée principalement sur la variation de longueur des fruits. Elle ne sépare pas les fruits de rangée interne ou externe qui ont des longueurs différentes. Elle permet de conditionner des caisses ne

PHOTOS 4-5-6. — Poyo. Fruits médians de rangée interne de première main classés par plénitude croissante : 4,4-5,6-6-7,1-7,9-12,5. (Photos M.-A. Tisseau.)

contenant que des fruits de la même catégorie quelle que soit la main d'origine. Son étendue est limitée. Elle est surtout utilisée pour grouper des fruits détachés de dimensions voisines à la commercialisation.

Catégories	Small	Sixes	Sevens	Eights	Nines
	maigre	sixième	septième	huitième	neuvième
Longueur {					
pouces.	5 à 6	6 à 6 1/2	6 1/2 à 7 1/2	7 1/2 à 8 1/2	8 1/2 et plus
cm	12,5 à 15,2	15,2 à 16,5	16,5 à 18,6	18,8 à 21,2	21,2 et plus
Périmètre de la section {					
pouces....	4	4	4	4 1/2	4 3/4
cm	10,16	10,16	10,16	11,43	12,06

RECHERCHE D'UNE MÉTHODE DE MESURE DE LA PLÉNITUDE

La notion de plénitude fait appel à une idée de grosseur en proportion de la longueur. Elle doit être rattachée à un ou plusieurs facteurs du développement aussi simples que possible. Ces facteurs peuvent être le poids du fruit ou la surface de la section transversale médiane rapportés à la longueur.

A longueur égale, le fruit de plus grande plénitude sera celui dont le poids est le plus élevé ou encore celui qui aura la plus grande surface de la section transversale médiane quelle que soit la forme de cette dernière.

Partant de cette idée de base, il est possible d'envisager un certain nombre de définitions de la valeur de la plénitude.

Définition 1. — La plénitude est le rapport de la surface de la section transversale médiane du fruit examiné et de la surface de cette section lorsqu'il aura atteint le maximum de développement.

Définition 2. — La plénitude est le rapport de la surface de la section transversale médiane du fruit et de celle du cercle ou du rectangle circonscrit à cette surface.

Définition 3. — La plénitude est la valeur de la surface de la section transversale médiane du fruit rapportée à sa longueur.

Définition 4. — La plénitude est obtenue par une formule faisant intervenir la valeur de la surface transversale médiane du fruit en utilisant des mesures simples et rapides (par exemple : le rapport du poids par la longueur). Ce qui revient à prendre en considération indirectement la surface de la section transversale moyenne du fruit qui est peu différente de sa section transversale médiane,

Définition 5. — Comparaison de la section transversale médiane du fruit avec une échelle de profils graduée en plénitude.

Nous allons examiner ces cinq définitions au point de vue rigueur, précision, rapidité de mesure, sensibilité.

Rigueur : la définition 1 est la plus rigoureuse à la condition de pouvoir bien connaître la section optimum du fruit, ce qui suppose que les conditions du développement théorique du fruit considéré soient bien connues. C'est un problème dont l'étude a pu être abordée à la Station Centrale de l'I. F. A. C. mais qui s'est révélé très complexe.

Les quatre autres définitions sont conventionnelles et sont moins rigoureuses.

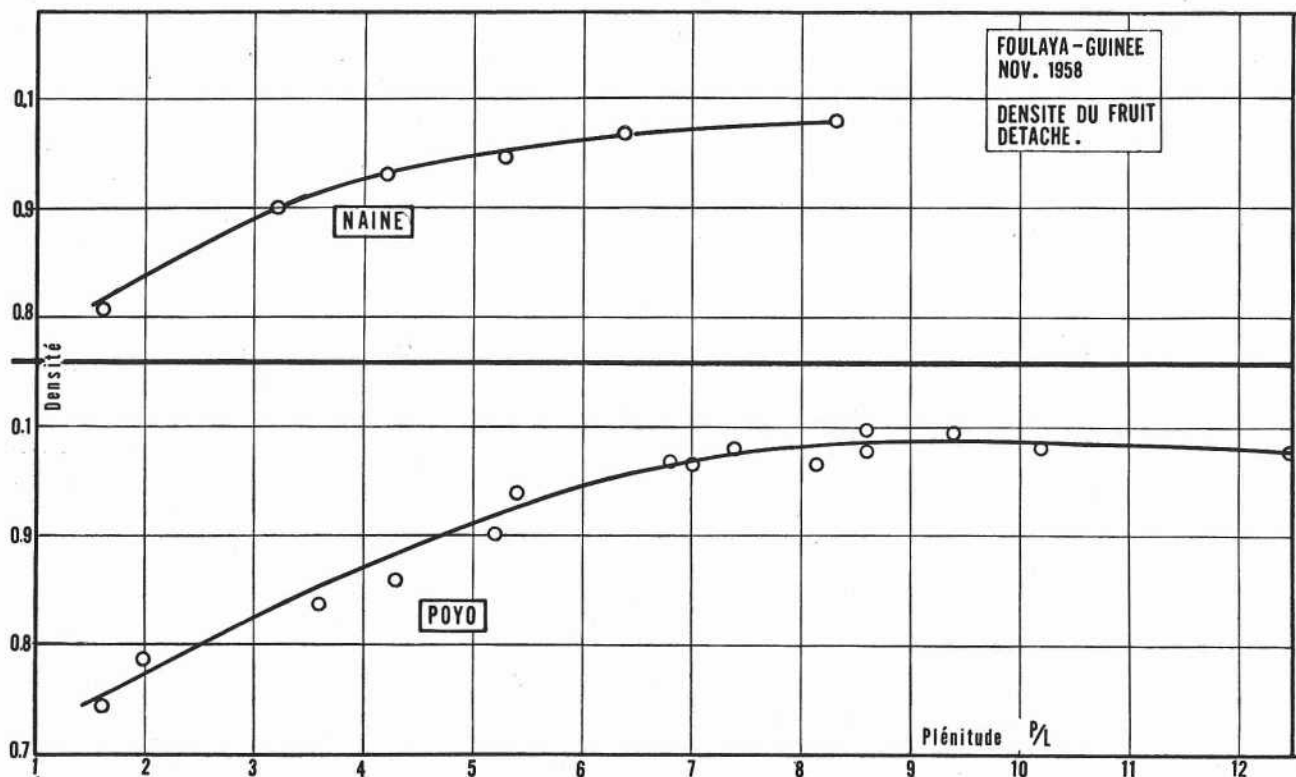
Rapidité de mesure : les trois premières définitions qui font appel à des mesures de la surface de la section transversale médiane ne permettent pas d'opérer rapidement. La quatrième et la cinquième par contre permettent des mesures plus rapides.

Précision : la mesure de la surface de la section médiane comporte trois possibilités d'erreur : section du fruit, établissement du profil, mesure de la surface au planimètre. La quatrième définition fait intervenir deux mesures simples qui peuvent être obtenues avec une précision de 1 à 2 % : le poids et la longueur.

La cinquième définition qui demande la comparaison de deux profils est peu précise par suite de la grande diversité de forme des profils de sections transversales de fruits ce qui les rend difficilement superposables et parce que les différences de surface à caractériser sont faibles.

Sensibilité : l'accroissement pondéral du fruit, qui est lié à son volume, se fait dans une portion sensiblement linéaire de la courbe en S (Wardlaw (5)) alors que la longueur varie relativement peu. La sensibilité

FIG. 1. — Densité de la banane verte à la récolte (fruit entier) en fonction de la plénitude.



d'une formule utilisant le poids est plus grande que celles qui se rapportent directement à la surface parce que l'accroissement relatif de poids est supérieur à celui de la longueur.

CHOIX D'UNE MÉTHODE POUR LA MESURE DE LA PLÉNITUDE

Pour définir la plénitude de la banane nous avons adopté la définition 4 utilisant la formule du poids du fruit divisé par sa longueur comme la méthode paraissant la plus indiquée parce qu'elle est suffisamment rapide et précise et parce que sa sensibilité reste satisfaisante en fin de période de développement du fruit.

Définition de la plénitude.

La plénitude d'un fruit peut être définie par l'Indice de plénitude I_p , obtenu en divisant le poids de ce fruit en grammes par sa longueur en centimètres.

La longueur du fruit est celle de la ligne médiane joignant l'extrémité du pédoncule (caractérisé par le renflement d'insertion au coussinet) à l'extrémité florale du fruit caractérisée par la cicatrice d'extrémité, sur la face interne d'un fruit de rangée intérieure. Cette mesure de la longueur est facile et s'applique aussi bien aux fruits droits qu'aux fruits courbes.

Pratiquement, comme on n'opère que sur des lots de fruits, l'indice de plénitude qui sera obtenu sera l'indice moyen du lot : I_p moyen

Échelle de variation de l'indice de plénitude.

Pour la variété *Sinensis naine* : pour des fruits de première main, à l'émergence, I_p est compris entre 1 et 2 ; pour le fruit de coupe commerciale, I_p varie de 6 à 9 ; pour le fruit plein rond, I_p est au-dessus de 10.

Pour la variété *Poyo* : pour des fruits de première main, à l'émergence, I_p est compris entre 1 et 2 ; pour le fruit de coupe commerciale, I_p varie de 7 à 10 et pour le fruit rond I_p est de l'ordre de 12.

Pour situer cette échelle par rapport à l'estimation visuelle, voici à titre indicatif quelques valeurs de correspondance pour la variété *Sinensis naine*.

Estimation visuelle	Indice de plénitude
fruit maigre	inférieur à 6
3/4 léger	6 à 7
3/4	7 à 8
3/4 plein	8 à 9
plein	au-dessus de 9

Une classification par demi-point d'indice de plénitude donne six catégories dans l'intervalle allant du 3/4 léger au 3/4 plein ce qui est suffisant.

Étude de la formule proposée P/L.

La formule proposée $P/L = \frac{Vd}{L}$ (si V est le volume et d la densité du fruit) ce qui représente le produit de la densité par la surface moyenne du fruit.

Nous allons examiner successivement la variation des facteurs suivants : poids, longueur, densité, largeur de la section moyenne du fruit ou diamètre — pendant sa croissance sur le plant en rapportant chacun de ces facteurs à des indices de plénitude croissants, c'est-à-dire des états de développements croissants. Il est préférable de se rapporter à l'état de développement plutôt qu'à l'âge du fruit qui introduit plus de dispersion dans les résultats. Les deux tableaux (p. 212) résument les résultats obtenus pour les variétés *Sinensis Naine* et *Poyo* — avec une population donnée, en prenant des fruits à différents stades de développement depuis l'émergence de l'inflorescence jusqu'à la coupe commerciale.

Variation du poids. — Le poids est le facteur qui présente la plus grande variation pendant le développement du fruit jusqu'à la coupe commerciale, puisqu'il est multiplié par 10 environ. Sa mesure est facile avec une précision acceptable.

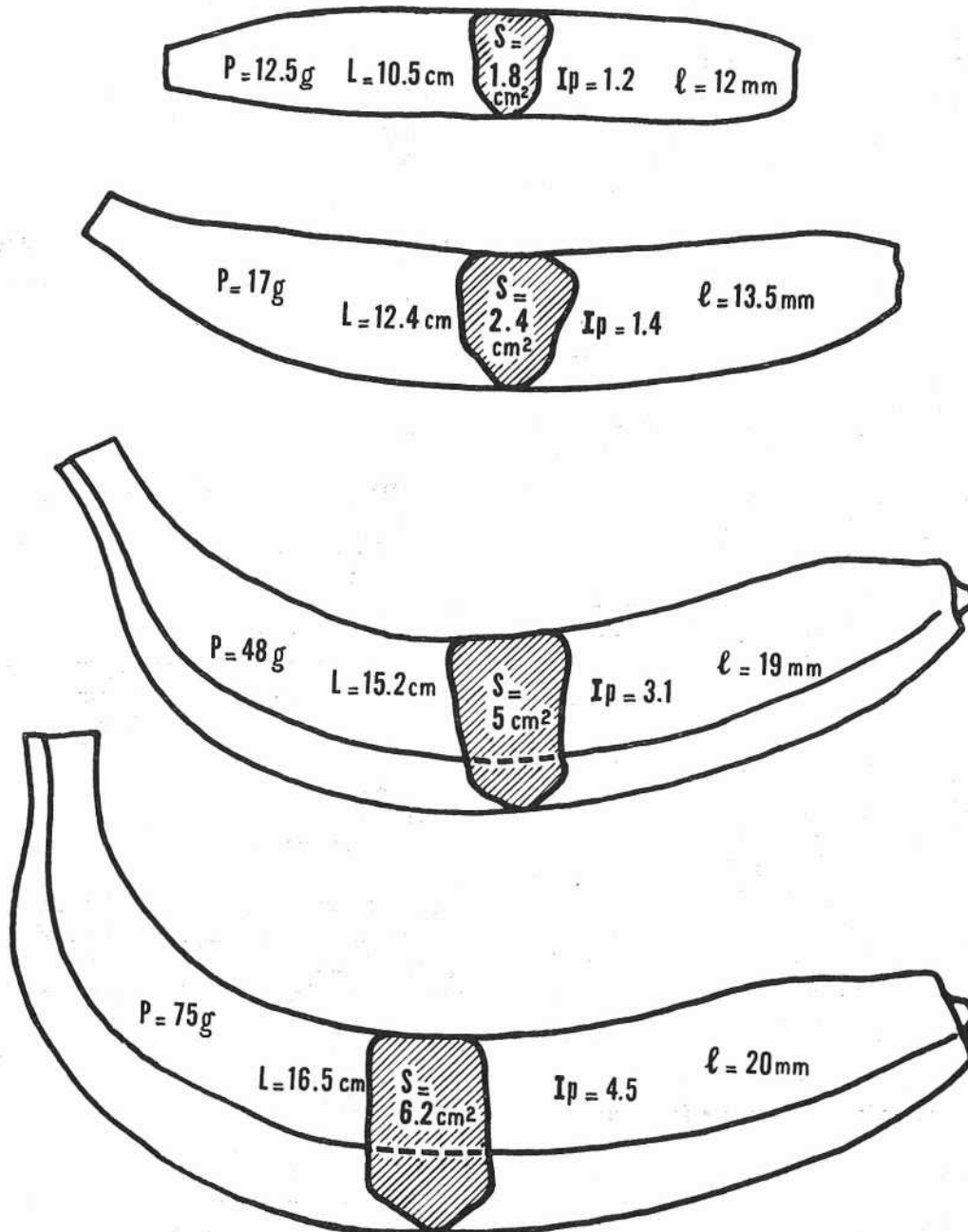
Variation de la longueur. — La longueur de la banane varie relativement peu pendant le développement : 60 % environ. Ce qui montre que les variations de longueurs entre les fruits d'une coupe commerciale sont modérées. Nous étudierons plus loin leur répartition à la coupe.

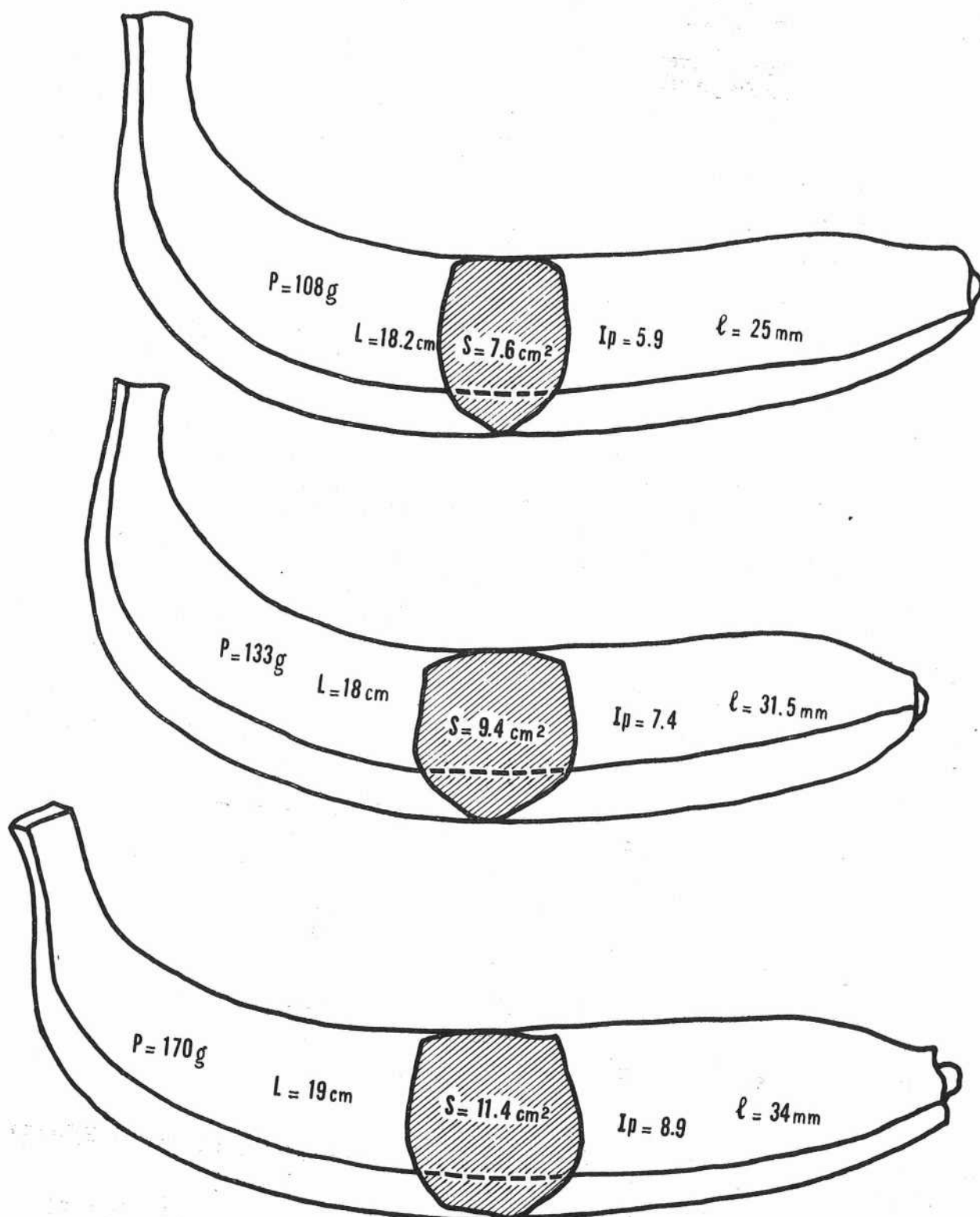
Densité. — Avant la plénitude de coupe, la densité présente une variation sensible. Le jeune fruit qui est creux présente une densité de 0,75 à 0,80 suivant la variété ; par contre, lorsqu'il s'est rempli, la densité varie peu : elle est comprise entre 0,96 et 0,98. Ce qui permet de dire en première approximation que le poids peut être assimilé au volume pour le fruit de coupe commerciale.

Largeur de la section transversale médiane du fruit. Cette dimension varie un peu plus que la longueur, mais comme elle est relativement facile à mesurer au demi-millimètre, elle peut présenter un certain intérêt.

Variation de la surface de la section transversale médiane. — Une mesure sommaire indique que la variation de la surface de l'émergence à la coupe est de l'ordre de 1 à 6.

FIG. 2 et 3. — Variation des caractères dimensionnels de bananes Poyo pendant le développement du fruit sur le plant jusqu'à la récolte.
 P : Poids du fruit en g.
 L : Longueur du fruit en centimètres.
 I_p : Indice de plénitude $\left(\frac{P}{L}\right)$.
 S : Surface de la section transversale médiane en centimètres carrés.
 l : Largeur de la section transversale médiane.





VARIATION DES CRITÈRES DE DÉVELOPPEMENT PENDANT LA CROISSANCE DU FRUIT

SINENSIS NAINÉ (Foulaya, Guinée), novembre 1959
(moyenne de 20 mesures pour chaque valeur).

PLÉNITUDE P/L	POIDS (en g)	LONGUEUR (en cm)	DENSITÉ	LARGEUR DE LA SECTION TRANSVERSALE MÉDIANE (en mm)	OBSERVATIONS
2	22,5	11,1	0,82	17	
3,3	48,5	12,4	0,90	19,6	
4,2	59,3	13,7	0,93	22,2	
5,2	78,1	15,2	0,95	25,1	
6,4	97	15,3	0,96	29,1	
7,4	118	15,8	0,97	31,2	coupe commerciale

Remarque :

1° A l'émergence, les caractéristiques du fruit sont les suivantes :

Poids : 10 à 12 g. — Longueur : 10 cm. — Largeur de la section transversale : 13 mm. — P/L = 1,2.

2° Entre l'émergence et la coupe commerciale les rapports des dimensions sont les suivants :

$$\text{Poids : } \frac{P_c}{P_e} = \frac{118}{12} = 10 \quad \text{Longueur : } \frac{L_c}{L_e} = \frac{15,8}{10} = 1,6 \quad \text{Largeur section : } \frac{l_c}{l_e} = \frac{31,2}{13} = 2,4$$

P_c = poids à la coupe

L_c = longueur à la coupe

l_c = largeur de la section médiane à la coupe

P_e = poids à l'émergence

L_e = longueur à l'émergence

l_e = largeur de la section médiane à l'émergence

POYO (Foulaya, Guinée), novembre 1959
(moyenne de 20 mesures pour chaque valeur).

PLÉNITUDE P/L	POIDS (en g)	LONGUEUR en cm)	DENSITÉ	LARGEUR DE LA SECTION TRANSVERSALE MÉDIANE (en mm)
1,5	17,9	12,1	0,75	14
2,2	29,6	13,1	0,78	18,3
3,4	50,2	15,6	0,84	20,6
4,9	81,3	16,6	0,91	23,6
5,7	98,1	17,7	0,93	25,5
6,9	125,3	18	0,96	29,4
8,5	163	19,1	0,98	33

Remarques :

1° A l'émergence, les caractéristiques du fruit sont les suivantes :

Poids : 13 à 15 g. — Longueur : 12 cm. — Largeur de la section transversale : 12 mm. — P/L = 1,2.

2° Entre l'émergence et la coupe les rapports des dimensions sont les suivants :

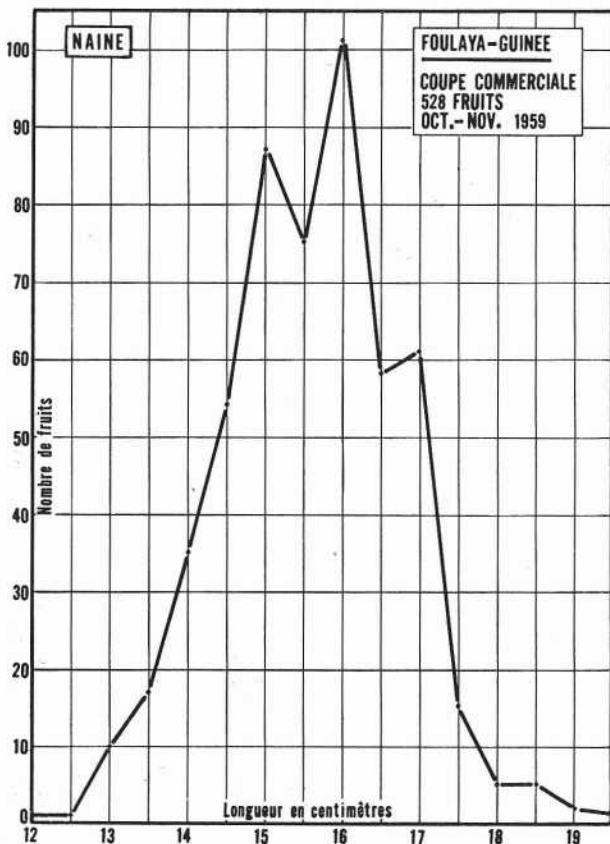
$$\text{Poids : } \frac{P_c}{P_e} = \frac{183}{14} = 13,1 \quad \text{Longueur : } \frac{L_c}{L_e} = \frac{19,1}{12,1} = 1,6 \quad \text{Largeur de la section : } \frac{l_c}{l_e} = \frac{33}{12} = 2,7$$

Répartition des longueurs des bananes à la coupe.

Variété Sinensis Naine. — Essai sur 526 fruits (Foulaya, Guinée).

La courbe de répartition des longueurs d'une population de fruits de coupe commerciale est caractéristique : 89 % des longueurs sont réparties dans un intervalle de 3 cm de variation. Entre 12 cm et 13,5 cm et 15,5 et 19,5 cm il n'y a que 5 % des fruits. Entre 12 cm et 14 cm et 17 cm et 19,5 cm il y a 11 % des fruits. Autrement dit : 89 % des fruits sont répartis sur un intervalle de 3 cm entre 14 et 17 cm. Cette particularité montre qu'il suffit d'un échantillonnage modéré pour obtenir une longueur moyenne peu différente de celle du lot considéré. Elle indique aussi que pour une population donnée, la longueur moyenne varie avec la plénitude et qu'elle peut constituer un indice simple de détermination de la plénitude si l'on ne recherche pas une grande précision lorsqu'on connaît les caractéristiques de la population considérée.

FIG. 4. — Répartition des longueurs des fruits médians de rangée interne de première main de coupe commerciale pour la variété *Sinensis naine*.



Variété Poyo. — Essai sur 1 030 fruits (Foulaya, Guinée).

La courbe de répartition a la même allure caractéristique que celle de la *Sinensis Naine*.

Entre 12,5 cm et 14,5 cm et 21 cm et 22 cm il y a 6 % des fruits.

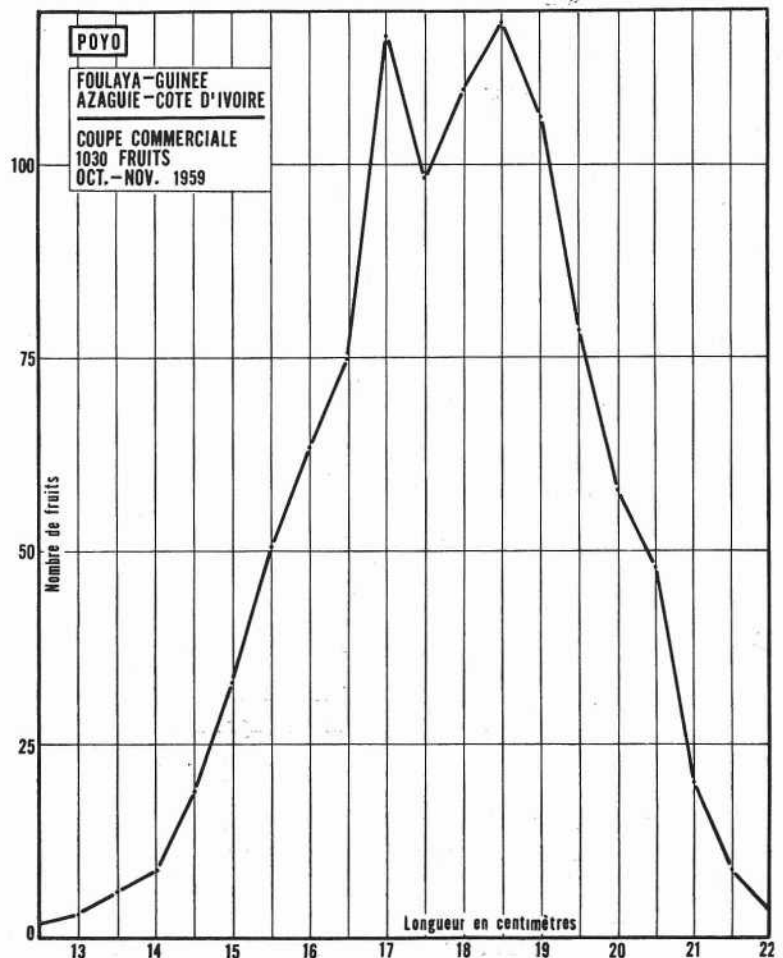
Entre 12,5 cm et 15 cm et 21 cm et 22 cm il y a 9 % des fruits.

Entre 15 cm et 20,5 cm soit sur un intervalle de 5,5 cm il y a 91 % des fruits.

Rôle de la longueur du fruit.

La formule $\frac{P}{L}$ donne la section moyenne du fruit, ce qui n'est pas toujours suffisant pour définir complètement la plénitude qui est la grosseur du fruit proportionnellement à sa longueur.

FIG. 5. — Répartition des longueurs des fruits médians de rangée interne de première main de coupe commerciale pour la variété *Poyo*.



En effet, si deux fruits de longueur différente (un fruit court et un fruit long) ont une même valeur de P/L , cela signifie qu'ils ont deux sections moyennes égales.

Or, le fruit court pour une même valeur de la section sera plus plein que le fruit long de même section.

Il en résulte que le fruit court sera désavantagé, alors que le fruit long sera au contraire favorisé. D'où la nécessité d'introduire une correction qui fasse intervenir la longueur du fruit.

Pour rester dans le domaine pratique, on peut envisager le facteur de corrections sous deux formes : $\frac{1}{L}$

ou $\frac{lm}{L}$. Avec L = longueur du fruit et lm = longueur moyenne des régimes de la variété considérée.

La formule de la plénitude devient alors $\frac{P}{L^2}$ ou $\frac{P}{L} \times \frac{lm}{L}$.

Lorsqu'on mesure la plénitude d'un lot de fruits d'une longueur voisine de lm , la correction disparaît.

Pour mieux montrer l'effet de cette correction, nous donnons ci-contre quelques exemples pour des fruits de longueurs différentes classés suivant des valeurs voisines de P/L .

Il est possible que ce facteur de compensation ne soit pas tout à fait rigoureux mais il a l'avantage d'être simple. Une étude systématique de ce facteur paraît assez compliquée : il faudrait étudier des populations de longueurs différentes, déterminer les plénitudes par estimation visuelle avec des opérateurs jugeant individuellement, puis procéder à une étude statistique des résultats obtenus.

Si le résultat final se traduit par une complication de la formule pour un gain modeste de précision, il y a lieu de se demander si en définitive le bilan de cette opération pourra être considéré comme positif.

L'observation des critères d'évolution de la pulpe montre que les fruits courts ont fréquemment un degré d'évolution plus élevé que les fruits longs de même $\frac{P}{L}$, ce qui vient à l'appui de l'emploi d'une correction.

Le fruit n° 1 qui était classé maigre avec le rapport P/L devient normal avec $\frac{P}{L^2} \times 16$, le fruit n° 4 qui était maigre devient un fruit plein, les fruits 8 et 10 qui étaient de coupe normale deviennent des fruits pleins (avec $lm = 16$ cm).

Les fruits longs (n° 3, n° 11) deviennent moins pleins (tableau bananier nain).

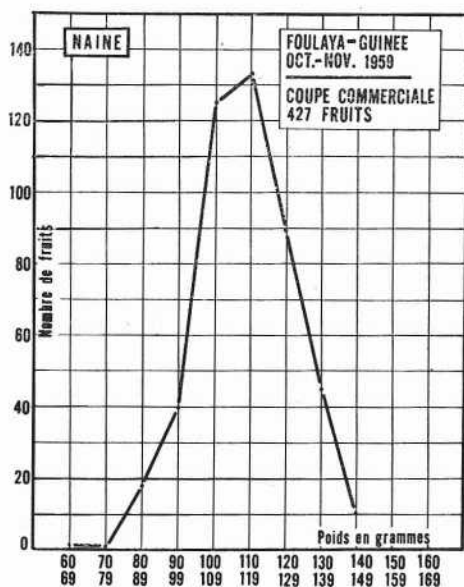
BANANIER NAIN (Senensis).

Longueur moyenne $lm = 16$.

N°	POIDS (en g)	LON- GUEUR (en cm)	P/L	P/L ²	$\frac{P \times 16}{L^2}$	COR- REC- TION
1	83	13,8	6	0,43	6,9	+ 0,9
2	98	16	6,1	0,38	6,1	
3	106	17,2	6,2	0,36	5,7	- 0,5
4	86	13,1	6,6	0,50	8	+ 1,4
5	107	16	6,7	0,42	6,7	
6	97	14	6,9	0,49	7,9	+ 1
7	116	16,5	7	0,42	6,8	- 0,2
8	100	13,5	7,4	0,55	8,8	+ 1,4
9	126	16,7	7,5	0,44	7,2	- 0,3
10	112	14,2	7,9	0,55	8,9	+ 1
11	149	18,5	8,1	0,44	7	- 1,1

POYO

N°	POIDS (en g)	LON- GUEUR (en cm)	P/L	P/L ²	$\frac{P \times 16}{L^2}$	COR- REC- TION
1	84	15	5,6	0,37	6	+ 0,4
2	78	12	6,5	0,54	8,6	+ 2,1
3	139	19,2	7,2	0,38	6	- 1,2
4	142	18,7	7,6	0,41	6,5	- 1,1
5	162	20,8	7,8	0,37	6	- 1,8
6	115	14,3	8	0,56	8,9	+ 0,9
7	154	19,2	8	0,42	6,7	- 1,3
8	175	20,5	8,5	0,42	6,6	- 1,9
9	137	15,7	8,7	0,56	8,9	+ 0,2
10	179	20,5	8,7	0,43	6,8	- 1,9
11	157	16,8	9,3	0,56	8,9	- 0,4
12	202	21,8	9,3	0,43	6,8	- 2,5
13	199	18,8	10,6	0,56	9	- 1,6



← FIG. 6. — Répartition des poids des fruits médians de rangée interne de première main de coupe commerciale pour la variété Sinensis Naine.

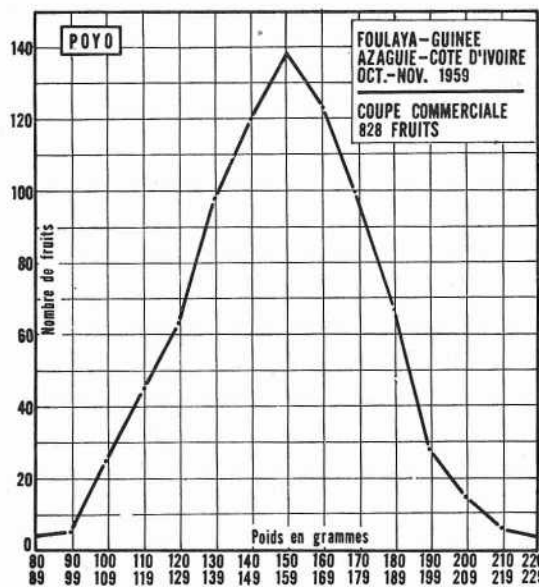


FIG. 7. — Répartition des poids des fruits médians de rangée interne de première main de coupe commerciale pour la variété Poyo. →

Répartition des poids des fruits de coupes commerciales.

Nous indiquons ci-joint la répartition des poids de fruits des variétés Sinensis Naine et Poyo de coupe commerciale.

Fruits de la variété Sinensis.

La répartition se rapporte à une population de 427 fruits de coupe commerciale.

Il y a 93,5 % de fruits dont le poids est compris entre 90 et 140 grammes.

Fruits de la variété Poyo.

La répartition se rapporte à une population de 828 fruits avec 89,8 % des fruits dont le poids est compris entre 110 et 190 g. Cette répartition se rapporte à deux populations mélangées (fruits courts d'une plantation en cours de formation du sol, fruits d'une plantation en exploitation normale). Pratiquement, les poids des fruits sont compris entre 110 et 190 g.

La figure 11 donne la répartition des poids de trois coupes commerciales. Celles du 25-10-59 et du 21-11-59 se rapportent à une seule population, alors que celle du 9-11-59 se rapporte à deux populations mélangées.

INFLUENCE DES EXTRÉMITÉS DES FRUITS

Les extrémités des fruits ne sont pas identiques et elles peuvent constituer un facteur d'imprécision.

Pour en déterminer l'importance nous avons procédé à des mensurations. Voici les résultats obtenus :

Variété Sinensis Naine (30 fruits de coupe commerciale)

- Plénitude moyenne : 7
- Poids moyen des fruits : 111 g
- Longueur moyenne : 15,6 cm
- Poids moyen du pédoncule : 2,7 g
- Poids moyen de l'extrémité conique : 7,5 g
- Poids moyen du pédoncule et de l'extrémité conique : 10,2 g soit 9,2 % du poids moyen des fruits.

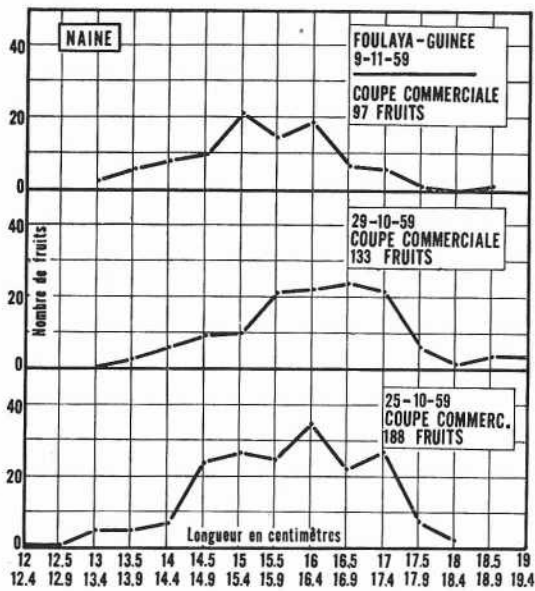
Les variations ne jouent que sur moins de 10 % du poids du fruit et diminuent d'importance lorsqu'on opère sur un certain nombre de fruits, ce qui est pratiquement le cas habituel.

Variété Poyo (16 fruits de coupe commerciale)

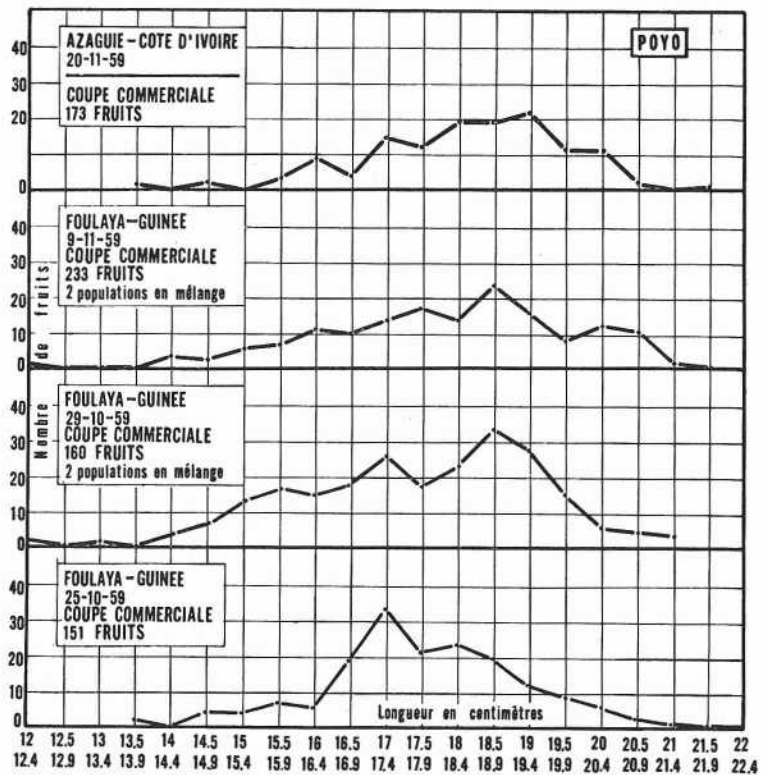
- Plénitude moyenne : 8,7
- Poids moyen des fruits : 165 g
- Longueur moyenne : 18,5 cm
- Poids moyen du pédoncule : 2,9 g
- Poids moyen de l'extrémité conique : 14,7 g
- Poids moyen du pédoncule et de l'extrémité conique : 17,6 g soit 10,7 % du poids des fruits, résultat comparable à celui de la variété Sinensis Naine.

Essai comparatif de détermination de la plénitude par la méthode chiffrée P/L et par l'appréciation visuelle.

Six chercheurs de la Station Centrale de l'I. F. A. C. (trois spécialistes de la banane et trois chercheurs non spécialisés) ont classé 41 fruits de la variété Poyo pré-



↑
FIG. 8. — Répartition des longueurs de fruits *Senensis Naine* de coupe commerciale se rapportant à trois expéditions.



→
FIG. 9. — Répartition des longueurs de fruits *Poyo* de coupe commerciale se rapportant à quatre expéditions.

levés sur une coupe commerciale par plénitudes croissantes et les six classifications ont été comparées à celle qui a été obtenue avec les indices de plénitude calculés.

La longueur des fruits varie de 13,9 cm à 19,2 cm, le poids de 92 à 180 g et l'indice de plénitude de 6,3 à 9,3.

L'étude statistique des résultats obtenus a donné les conclusions suivantes :

- Il y a une corrélation certaine entre la méthode P/L et le classement visuel des fruits.
- Les opérateurs attestent entre eux de fortes différences de jugement.
- La moyenne de leurs six appréciations visuelles, transcrite au code P/L est excellente.

NOTION DE FRUIT REPRÉSENTATIF

La mesure de l'indice de plénitude que nous avons présentée s'applique indistinctement à tous les fruits de rangée interne d'un régime de bananes. Elle permet de déterminer les différences de plénitude des fruits d'une même main, de comparer les différentes mains d'un régime entre elles ou d'avoir une valeur du développement d'un régime si l'on sait choisir le ou les

fruits qui ont une valeur représentative de ce régime.

C'est ce dernier cas qui est le plus important et le plus utile pour la pratique, parce qu'il permet de déterminer la valeur du développement d'un lot de régimes de bananes.

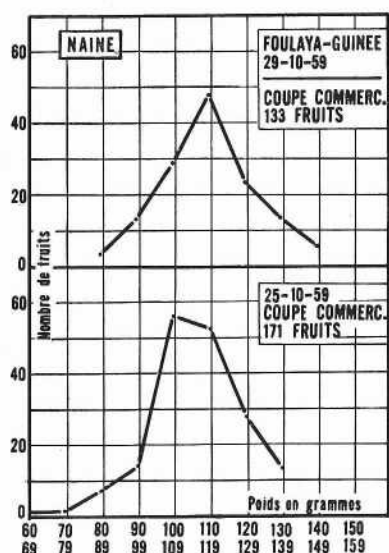
Il faut alors résoudre un double problème : celui de l'échantillonnage qui permet de savoir le nombre d'échantillons à prélever et celui du choix du ou des fruits à prélever dans les régimes constituant les échantillons. Le problème d'échantillonnage n'est pas particulier à la banane, il se retrouve aussi pour d'autres fruits, c'est pourquoi nous ne le traiterons pas ici pour l'instant.

Par contre, le problème des fruits représentatifs d'un régime de bananes est spécifique de la banane et mérite d'être examiné.

Il faut déterminer quels sont les fruits qui permettent de caractériser les propriétés d'un régime.

Sur le plan de la technologie qui est celui que nous considérons ici, le régime peut être assimilé à une grappe. Chaque groupe de fruits de la grappe constitue une des mains du régime.

La première main, qui est celle qui apparaît d'abord, présente les caractéristiques suivantes lorsque sa forme est normale :



← FIG. 10. — Répartition des poids des fruits *Senensis Naine* de coupe commerciale se rapportant à deux expéditions.

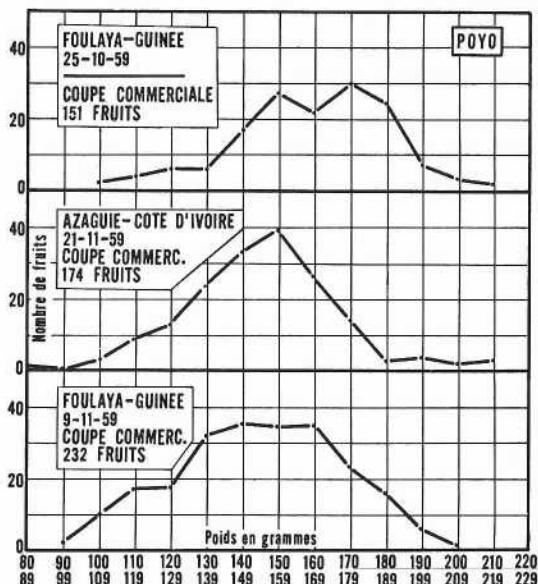


FIG. 11. — Répartition des fruits *Poyo* de coupe commerciale se rapportant à trois expéditions. →

C'est celle qui a les fruits les plus évolués.

L'indice de plénitude de ses fruits qui est voisin de celui des fruits de la seconde main est supérieur à celui de la main médiane et des dernières mains du régime.

Elle permet un prélèvement facile du fruit à tester.

Il résulte de ces propriétés que les fruits médians de forme normale de la rangée interne de la première main pourront être considérés comme étant représentatifs d'un régime. Dans le cas où la première main n'a pas une forme normale il sera indiqué de prélever le ou les fruits à tester dans la rangée interne de la seconde main.

Les fruits médians de forme normale de rangée interne de première main ou à défaut de seconde main sont utilisables non seulement pour la mesure des critères de développement (poids, longueur, plénitude) mais aussi pour la détermination des critères d'évolution (dureté, couleur, aspect de la pulpe, plages de la section longitudinale).

INTÉRÊT DE LA MESURE DE LA PLÉNITUDE

L'intérêt de la mesure de la plénitude de la banane est manifesté par le fait qu'il n'était pas possible jusqu'à présent de relier entre eux les différents systèmes d'estimation de la plénitude et que les déterminations dépendaient pour une part importante de l'opérateur. Il est certain qu'une méthode chiffrée faisant intervenir des mesures de poids et de longueur

sera toujours plus longue qu'une estimation visuelle, c'est pourquoi il ne peut être question de vouloir substituer systématiquement la méthode chiffrée à l'estimation visuelle. La méthode chiffrée doit être prise en considération lorsque le temps nécessaire est disponible et chaque fois qu'une plus grande précision est recherchée. (Il est d'ailleurs possible d'utiliser des méthodes abrégées qui demandent peu de temps, nous en parlerons plus loin.)

Voici quelques cas où la méthode chiffrée peut rendre service :

A la plantation :

Le contrôle chiffré de la plénitude effectué à certains intervalles permet de repérer le point de coupe, de « jauger » l'estimation visuelle des marqueurs et de la corriger s'il y a lieu.

Au port d'embarquement :

Il devient possible de fixer des valeurs limites pour le fruit exportable. La mesure chiffrée n'intervient que pour les cas litigieux. La décision prise ne faisant plus intervenir le facteur subjectif de l'opérateur n'est plus discutable.

A la commercialisation :

Le fait de pouvoir donner une valeur chiffrée à la plénitude permet de supprimer les différences d'appréciation qui peuvent exister entre l'acheteur et le vendeur. Le premier a tendance à trouver les fruits maigres alors que le second les estime au contraire plutôt pleins.

Pour les travaux de recherches :

Rendements des essais agronomiques. — Les poids

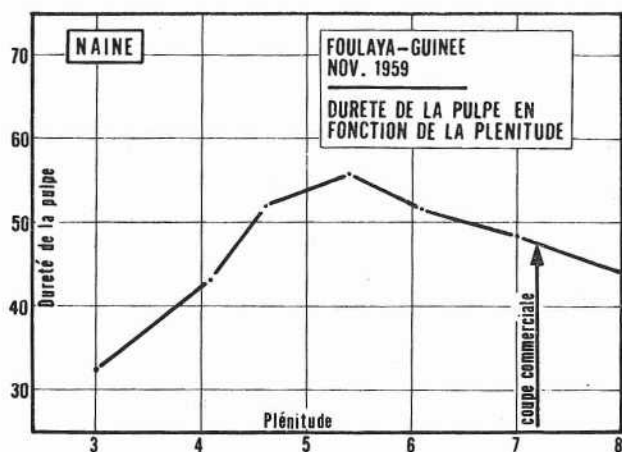


FIG. 12. — Variation de la dureté de la pulpe de fruits *Simensis Naine* en fonction de la plénitude.

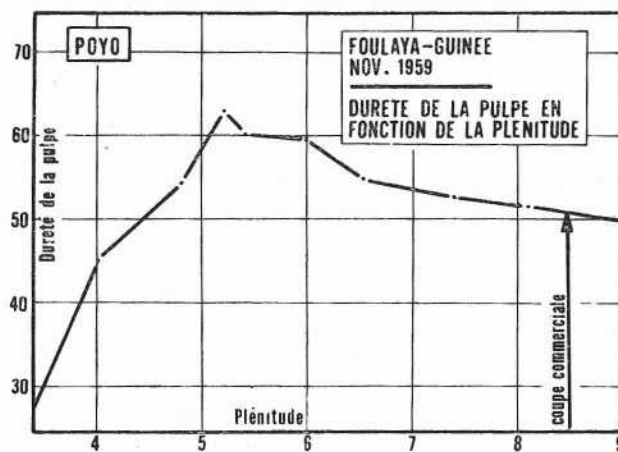


FIG. 13. — Variation de la dureté de la pulpe de fruits *Poyo* en fonction de la plénitude.

récoltés dépendent de la plénitude de la coupe. Entre une coupe maigre et une coupe pleine les écarts de poids peuvent dépasser 10 %. La méthode des témoins doit permettre de supprimer cette cause d'erreur, à condition toutefois que les régimes témoins soient coupés dans les mêmes conditions de développement que les régimes observés.

Le fait de rapporter les poids des régimes récoltés à la même plénitude élimine la possibilité d'une erreur et facilite l'interprétation des résultats.

Étude des fruits. — Certains caractères de forme ne se manifestent qu'à partir d'un développement déterminé de la banane. Il est indiqué de comparer les fruits de variétés différentes au même stade de développement.

Recherche du degré de coupe optimum pour un transport déterminé.

Le degré de coupe doit être établi en fonction des facteurs qui conditionnent la réussite du transport : qualité du fruit, intervalle coupe chargement, durée du transport, valeur technique du navire. La connaissance du degré de développement jointe à celle d'autres critères de qualité doit permettre de définir les conditions optima de coupe pour un transport déterminé.

Études des critères de qualité.

La comparaison des âges physiologiques des fruits de même développement dépend de la précision de la mesure de la plénitude. Les mesures effectuées avec des fruits de même plénitude deviennent plus significatives.

Études de croissance.

L'étude des facteurs de la croissance (longueur, poids, diamètre, densité, etc.) d'une population de fruits peuvent s'effectuer en fonction de l'âge des fruits ou de l'indice de plénitude.

L'emploi de l'indice de plénitude présente l'avantage de mieux grouper les fruits que celui de l'âge des fruits.

MÉTHODES PLUS RAPIDES DE MESURE DE LA PLÉNITUDE

La méthode normale de mesure de la plénitude d'un lot de bananes consiste à prélever un fruit représentatif par régime, ensuite à mesurer le poids et la longueur de chacun de ces fruits, ce qui fournit un tableau permettant d'étudier la répartition des plénitudes du lot considéré et de calculer la valeur moyenne. Cette procédure demande du temps et il est possible d'envisager des méthodes abrégées plus rapides.

Méthode rapide à la plantation.

Cette méthode consiste, après avoir défini le nombre de régimes constituant un échantillonnage valable, à prélever sur chacun d'eux un fruit représentatif, à peser ensemble les fruits du prélèvement et à obtenir directement le poids moyen, puis à mesurer les longueurs avec un calibre spécial (il faut 3 secondes pour mesurer les longueurs), d'en déduire la longueur moyenne et d'obtenir l'indice de plénitude moyen du lot considéré.

Prenons à titre d'exemple le cas d'un prélèvement

de 30 fruits. La pesée des 30 fruits et le calcul du poids moyen demande moins de 5 minutes, la mesure des longueurs et l'obtention de la longueur moyenne ne demande pas plus de temps. Il est possible d'obtenir une valeur de la plénitude moyenne du lot considéré

en moins de 10 minutes avec une précision suffisante pour le planteur.

Nous donnons ci-dessous la comparaison des résultats obtenus avec la méthode normale et la méthode rapide.

	MÉTHODE EMPLOYÉE	NOMBRE DE FRUITS PRÉLEVÉS	POIDS MOYEN	LONGUEUR MOYENNE	P/L MOYEN
Sinensis Naine	rapide normale	20	113	15,8	7,1
		95	112	15,7	7,1
	rapide normale	30	115	15,5	7,4
		33	111	15,4	7,2
Poyo.	rapide normale	30	160	19	8,4
		120	150	17,8	8,5
	rapide normale	30	153	17,7	8,6
		232	149	17,6	8,1

Le nombre de fruits à prélever est fonction de l'importance du lot d'une part et de son homogénéité.

Avec une plantation normale les fruits sont bien groupés et les fruits de petite et de grande taille sont peu nombreux. Il est facile de les éliminer avec un peu d'entraînement, ce qui permet d'avoir un résultat valable avec un échantillonnage restreint.

Lorsqu'une population de fruits est bien connue, il est possible de simplifier encore la mesure de la plénitude en n'utilisant qu'un facteur qui peut être le poids moyen ou le diamètre moyen du fruit.

Étude d'une population de fruits.

Comme exemple d'emploi de la mesure chiffrée de la plénitude, nous pouvons considérer l'étude des caractéristiques d'une population de fruits constituée par deux lots de coupe commerciale de Sinensis Naine (228 fruits) et de Poyo (352 fruits) en novembre 1959 à Foulaya (Guinée) (fig. 15).

Les fruits ont été groupés en classes de plénitude croissante : de 6 à 6,4, 6,5 à 6,9, 7 à 7,4, 7,5 à 7,9, 8 à 8,4 pour la naine et de 7 à 7,4, 7,5 à 7,9, 8 à 8,4, 8,5 à 8,9, 9 à 9,4 et 9,5 à 9,9 pour la Poyo.

La valeur moyenne du poids, de la longueur et de la largeur de la section (diamètre) rapportée à la plénitude peut être assimilée à une fonction linéaire pour l'intervalle de plénitude considéré.

Dans le cas d'une plantation homogène et pour une période de l'année dont la durée reste à définir la valeur moyenne du poids des fruits représentatifs des régimes permet de connaître la plénitude du lot. Autrement dit, après étude préalable d'une population, il devient possible d'avoir une mesure de la plénitude suffisamment approchée pour les besoins de la pratique avec une pesée et le calcul du poids moyen.

Le diamètre moyen est également utilisable, mais les variations relatives des diamètres demandent un échantillonnage plus important que pour le poids. Cette mesure a par contre l'avantage de la simplicité puisqu'un pied à coulisse suffit. Elle peut être envisagée dans le cas où l'on ne dispose pas d'appareils de pesée.

La valeur moyenne de la longueur est moins intéressante parce que ses variations sont faibles, particulièrement pour la Sinensis Naine (7 mm pour Ip variant de 6 à 8 pour le cas considéré), pour la Poyo,

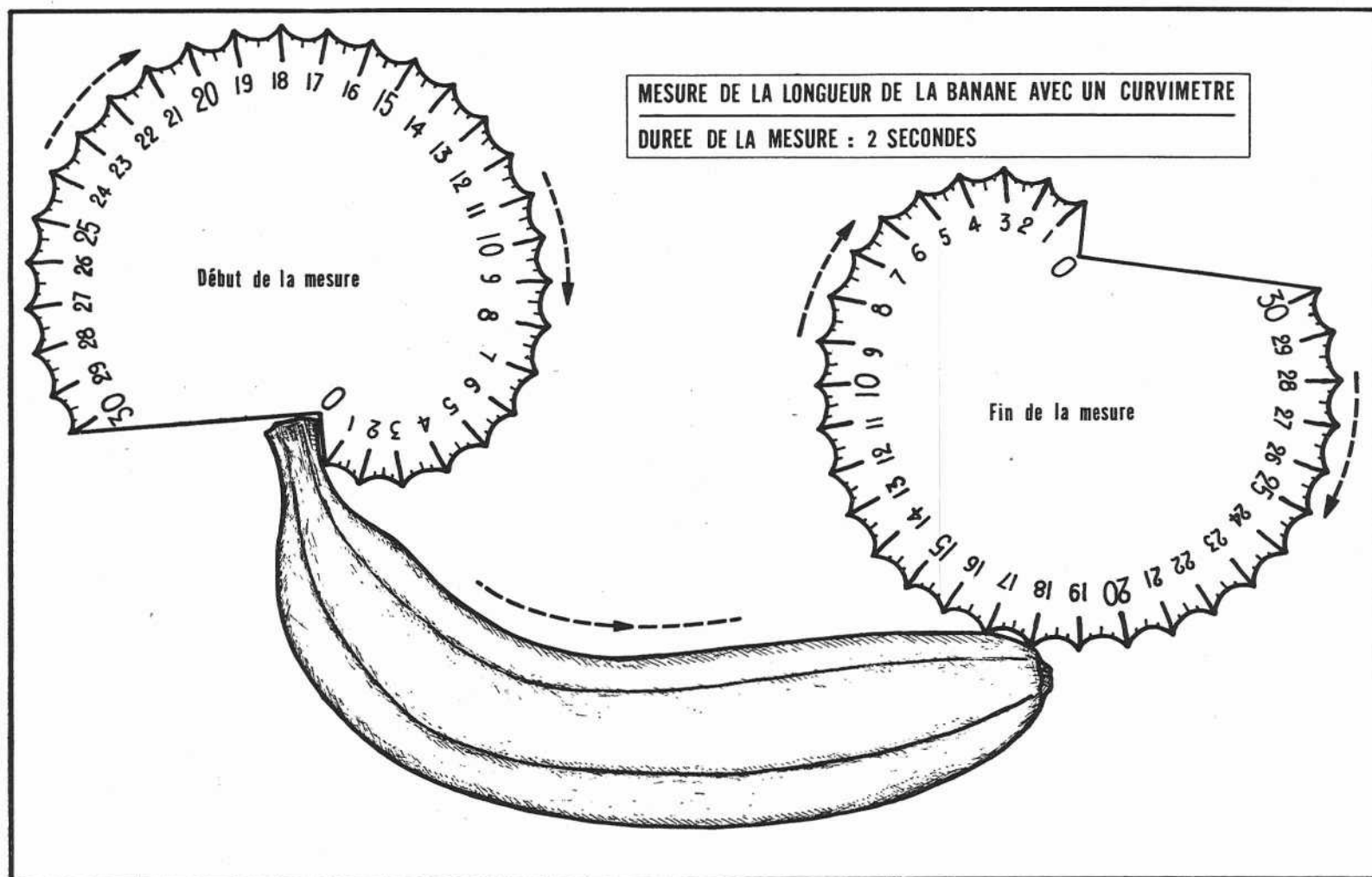


FIG. 14. — La mesure de la longueur de la banane sur la face interne est facilitée par l'emploi d'un curvimètre spécialement conçu pour éviter le glissement.

la variation est déjà plus intéressante : 3 cm pour Ip variant de 7 à 9.

D'autre part il devient possible d'obtenir des renseignements chiffrés sur le développement des fruits d'une plantation, donc sur son état végétatif. Pour une même valeur de la plénitude, la comparaison des

valeurs moyennes des poids, des diamètres ou de la longueur permet de caractériser la production.

Une bananeraie en mauvais état végétatif donnera des fruits plus légers, et plus courts qu'une bananeraie en excellent état. Lorsque les valeurs moyennes du poids, de la longueur et du diamètre des fruits représentatifs d'une bananeraie type sont connues, il devient très facile de situer, de comparer et de classer des productions différentes.

CONCLUSION

La plénitude de la banane, critère de développement, peut être déterminée par une méthode chiffrée basée sur la surface de la section transversale médiane du fruit. La formule utilisée est simple dans le cas de la plénitude moyenne d'un lot de régimes de bananes. La notion de fruit représentatif du régime et l'utilisation d'une méthode abrégée permettent d'obtenir rapidement une valeur chiffrée de la plénitude avec une précision suffisante pour les besoins de la pratique. La longueur moyenne des fruits est un critère de développement utile pour juger la qualité d'une plantation. Le poids moyen des fruits représentatifs, lorsqu'il se rapporte à une population homogène, permet d'apprécier directement la plénitude des fruits après étude préalable des fruits de la plantation considérée.

La mesure chiffrée de la plénitude de la banane paraît indiquée chaque fois que l'on dispose du temps nécessaire.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) G. TALLARICO. — *Arch. Farmacol. Sper.* 7, 27 (1908).
- (2) C. W. WARDLAW, E. R. LEONARD, H. R. BARNELL. — *Ann. Botany.* 3, 845 (1939).
- (3) HUET. — *Rapport annuel I. F. A. C.* 1954. Station Centrale, Techn. p. 20.
- (4) H. J. CANN. — *The packing of bananas. Agric. Gazette of New South Wales*, sep. 1956, p. 470.

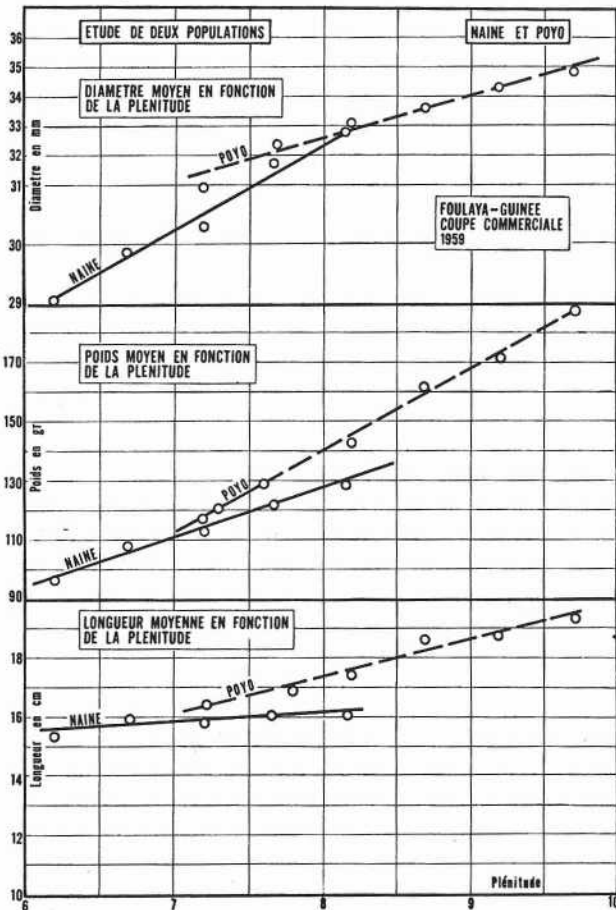


FIG. 15. — Variation de trois critères de développement (longueur, poids moyen et diamètre de la section transversale médiane) pour des fruits de coupe commerciale d'une population déterminée en fonction de la plénitude.