

INFLUENCE DE LA PARTHÉNOCARPIE SUR LA DÉGÉNÉRESCENCE FLORALE CHEZ LE BANANIER ⁽¹⁾

par E. DE LANGHE

Ingénieur Agronome (Université de Gand).

Docteur en Sciences Agronomiques.

Nos lecteurs connaissent déjà M. E. de LANGHE qui avait donné à notre revue un excellent travail sur la phyllotaxie chez le bananier. Il a depuis publié des notes sur la taxonomie des plantains, entre autres, qui permettent dorénavant de mieux situer les nombreux cultivars de ce groupe, dont on connaît l'importance pour l'alimentation dans les régions forestières tropicales. Le 29 mars 1963, M. E. de LANGHE a présenté avec un succès mérité sa thèse de doctorat, à l'Institut agronomique de l'État, à Gand, Belgique, et a bien voulu rédiger pour FRUITS une synthèse de ses travaux.

Le lecteur trouvera en annexe une liste des abréviations utilisées et un rappel des caractéristiques des cultivars de plantains cités dans le texte.

J. CHAMPION (IFAC)

INTRODUCTION

Dans le Centre d'expérimentations de l'INEAC à Yangambi, le bananier plantain a été depuis 1952 l'objet d'études botaniques, génétiques et physiologiques, dans le but de pouvoir élaborer un programme adéquat pour l'amélioration de ce bananier, dont le pouvoir rejettant déficitaire ne permet qu'en des circonstances particulières une culture à caractère pérenne voire même pluri-annuelle.

L'étude taxonomique du bananier plantain nous a permis de dénombrer pas moins de 56 variétés (DE LANGHE, 1961). Or, malgré cette exubérance, il faut reconnaître que ce groupe est fort homogène, au point que N. W. SIMMONDS (1959) a été amené à le considérer comme un *sous-groupe* des hybrides naturels « AAB », au même rang que des simples variétés comme Silk, Pome et autres.

Chacune de ces dernières variétés peut être considérée comme un hybride naturel entre *Musa acuminata* et *Musa balbisiana*. Il faut par contre recourir au processus de mutations pour expliquer le grand nombre de variétés plantains, qui ne diffèrent entre elles que par des caractères peu prononcés mais cependant stables. Dans une note à paraître (DE LANGHE, 1964 a) nous avons essayé de démontrer que les 56 variétés dérivent probablement de 5 ou 6 hybrides naturels de base, différant entre eux par l'orientation du régime (subhorizontal ou pendant) ou par la taille du pseudo-tronc (trois tailles possibles, à l'exclusion du phénomène de nanisme).

Tout le reste de la variation serait donc provoqué par des mutations, portant sur la coloration du pseudo-tronc (trois couleurs principales et quelques variantes), le nanisme et le semi-nanisme, et sur la forme des doigts (acumen prononcé, acumen faible, acumen intégré, acumen gradué). Un simple calcul permet de voir que le nombre de combinaisons possibles à partir de ces caractères dépasse largement le nombre de variétés connues.

Et cependant, il existe par exemple quatre cultivars ⁽²⁾ répondant aux caractères suivants : taille moyenne,

(1) Publication remaniée et résumée du travail de doctorat présenté le 29 mars 1963 à l'Institut Agronomique de l'État, Gand.

(2) En accord avec N. W. SIMMONDS (1959) et J. CHAMPION (1963), il est préférable d'employer ce terme, et d'éviter le plus possible le mot « variété » dont la signification botanique est légèrement différente.

régime pendant, acumen prononcé. coloration du pseudo-tronc vert + rouge. Ces 4 cultivars ('Lokusu' ou P 2, 'Suelanama' ou P 4, 'Libanga c' ou P 11 et 'Okere' ou P 30) diffèrent entre eux par les caractères suivants : nombre de doigts par régime, développement plus ou moins prononcé de la partie mâle de l'inflorescence (ou même absence totale de fleurs mâles) et la taille des doigts (c'est-à-dire que deux cultivars au pseudo-tronc géant par exemple peuvent porter des doigts d'une taille fort différente). Comme ces différences se retrouvent chez toutes les catégories de plantain, il devient évident que ces trois derniers caractères sont fort indépendants des cinq premiers.

Il aurait été normal de considérer ces trois caractères comme des produits de mutations et d'achever ainsi le tableau de la variation chez les plantains. Mais au cours de l'étude taxonomique de ces bananiers, un phénomène global nous intrigua : *il semblait exister une relation inverse entre la taille des doigts d'une part et le nombre de mains ainsi que le développement de l'inflorescence mâle d'autre part*. Il est par ailleurs intéressant de lire comment on distingue entre eux les deux types populaires de plantains connus sous le nom « Banane créole » et « Banane corne » (et qui représentent en fait la totalité du sous-groupe !). « La Banane créole, ou French plantain (dénominations antillaises) est une plante produisant un régime lourd, de plusieurs mains ayant chacune de nombreux fruits, lesquels sont allongés et angulés ; la partie mâle de l'inflorescence porte des vestiges de fleurs et de bractées longtemps persistants. L'autre type est la banane corne (l'ancien *Musa corniculata*), dont le régime ne porte que peu de mains à très peu de fruits, mais ceux-ci sont de taille exceptionnelle allant jusqu'à 40-45 cm de longueur ; l'axe floral avorte complètement dans sa partie mâle. » (J. CHAMPION, 1963.)

L'étude de la nature exacte de la relation entre ces trois caractères, ainsi que de son incidence sur le concept « parthénocarpie » font l'objet principal du présent travail.

SOMMAIRE

Chapitre I. — Relation entre le développement de l'inflorescence et le poids moyen de la banane.

1. Remarques sur la discipline de travail.
2. Il n'existe qu'une relation incomplète entre le nombre de bananes par régime et le poids moyen de la banane.
3. Relation entre le nombre total de fleurs (F) et le poids moyen de la banane (P).

Chapitre II. — L'adhérence des fleurs mâles.

1. L'évolution des dimensions de la bractée sur l'inflorescence, un indice exact de la parthénocarpie.
 - A. L'évolution chez les bananiers non comestibles.
 - B. L'évolution de « S » chez les bananiers comestibles.
 - C. Conclusion.
2. L'hypertrophie de l'« ovaire réduit » chez les fleurs mâles.

- A. Les fleurs dites « neutres ».
- B. Le rapport G chez les bananiers non comestibles.
- C. Le rapport G chez les bananiers comestibles, et son évolution (E).

3. La régression multiple de P en F_t et E.

Chapitre III (*). — Signification de la relation « parthénocarpie — dégénérescence ».

1. Les phases de la parthénocarpie.
2. Les plantains sont les plus anciens et les plus évolués des bananiers.
 - A. La parthénocarpie est plus avancée chez les plantains que chez les autres bananiers comestibles.
 - B. La variation du degré de parthénocarpie à l'intérieur du sous-groupe « plantains ».
 - C. La relation entre la dégénérescence et l'âge des plantains.
3. Esquisse d'une histoire de l'évolution dans le genre *Musa*

(*) Ce chapitre III sera publié dans le prochain numéro de *Fruits* (vol. 19, n° 6, 1964).

CHAPITRE I.

RELATION ENTRE LE DÉVELOPPEMENT DE L'INFLORESCENCE ET LE POIDS MOYEN DE LA BANANE

§ 1. — Quelques remarques sur la discipline de travail.

Il importe de préciser quelques notions employées ainsi que le raisonnement suivi au cours de ce travail.

1. Les données représentent des cultivars, c'est-à-dire que ces chiffres sont des moyennes d'un grand nombre d'observations effectuées au sein de chaque cultivar. La comparaison de ces données revient donc à une comparaison des cultivars, et la notion de « poids moyen de banane élevé » par exemple cache en fait la notion plus complète de « le cultivar dont le poids moyen de banane est élevé ».

2. Dans le premier chapitre, deux séries de données sur le poids moyen de la banane sont employées successivement ; la première série étant le résultat du quotient :

$$\frac{\text{poids du régime} - \text{poids du rachis}}{\text{nombre de bananes}}$$

(tableau I).

et la seconde série étant basée sur la relation existant entre le poids et la taille du doigt. Au tableau II figurent les tailles moyennes des bananes pour 18 cultivars.

Ces chiffres mis en relation avec des données sur le poids du doigt selon le tableau I (voir tableau III) nous ont permis de trouver la régression suivante :

$$P' = 299 + 17,99 L \quad \text{avec } r = 0,916^{\times \times}$$

(formule n° 1).

où L = taille moyenne du doigt en centimètres. Ceci nous a permis d'élargir la gamme de données sur la valeur P et de comparer ainsi plus de cultivars qu'auparavant.

3. *Le degré de parthénocarpie.* L'on trouvera fréquemment dans cette étude l'expression suivante : « X plus parthénocarpique que Y ». La notion de « parthénocarpie » au sens classique ne peut

TABLEAU I
Moyennes des composantes de la productivité *

Nom des variétés		Poids moyen des régimes en kg	Nombre moyen bananes	Poids moyen en g bananes
Afati	M	10,688	72,83	132,900
Bosua	G	21,629	133,16	148,720
Ifelete	P	4,802	24,23	192,360
Yumba	P	10,516	67,69	136,320
Kocha	G	14,957	105,59	127,350
Libanga	M	7,967	30,71	224,960
Igbulu	G	9,728	27,41	352,680
Litete	G	16,971	106,30	142,680
Lokusu	M	9,227	22,36	314,540
Otiti	M	10,325	74,39	125,180
Iléli	M	13,916	89,05	146,420
Bokangasoku ...	G	6,881	15,64	374,720
Bosakalaka	G	13,964	99,95	121,620
Imbelenga	P	3,707	22,20	163,100

* - Ces données sont tirées du Rapport annuel de l'INEAC pour l'exercice 1942-1943.
- M = taille moyenne ; G = géant ; P = petit.

TABLEAU II

	A F A T I	A L E K E	B O S U A	I F E L E	I G B U L U	I H O U A	K O U A	L I B A N G A	L I T E T E	O T I T I
	28	23	27	32	34	25	20	24	28	21
	28	25	30	31	17	26	19	31	28	21
	25	27	23	36	29	20	24	30	28	23
	31	25	20	28	49	22	24	21	24	22
	25	24	22	27	32	27	21	26	29	24
	28	25	24	26	20	23	30	30	34	23
	27	27	29	24	34	23	20	29	28	18
	20	31	23	24	41	21	26	23	32	25
	26	28	25	20	50	24	22	31	34	27
	24	27	28	26	31	24	25	26	26	23
	27	21	26	28	44	25	19	30	28	19
	29	22	28	26	28	22	23	27	24	24
	25	28	25	25	29	24	23	33	25	24
	27	28	24	27	30	20	22	31	25	25
	28	19	30	30	36	23	20	29	24	23
	29	21	20	29	39	23	23	25	26	25
	27	20	25	28	44	20	25	22	26	24
	28	21	25	26	38	20	26	30	27	23
	24	20	24	28	34	22	22	26	27	24
	22	24	29	20	35	20	24	33	22	23
Somme	528	486	507	541	704	454	458	537	545	461
Taille moyenne par régime (en cm)	264	243	254	270	352	227	229	269	273	230

Autres moyennes : Bokangasoku : 381 mm, Imbelenga : 226 mm, Lokusu : 337 mm, Losee : 266 mm, Bofo : 228 mm, Libanga li-boelalokoi : 299 mm, Isabolobaete : 223 mm, Okere : 246 mm.

TABLEAU III
Comparaison des données sur la taille et le poids de la banane pour quelques cultivars

	Y U M B A	K O C H A	O T I T I	A L E L E	B O S U A	A F E L E	L I B A N G A	I F E L E	L I T E T E	L I T E T E	I G B U L U
L (en cm)	22,7	22,9	23,0	24,3	25,4	26,4	26,9	27,0	27,3	35,2	
G (en g)	136	127	125	124	149	133	225	192	143	353	

être sujette à une variation « quantitative ». Un fruit est parthénocarpique ou pas. Seulement, chez les bananiers parthénocarpiques, nous observons plusieurs degrés d'expression de cette parthénocarpie, selon que les doigts sont plus ou moins volumineux (et ce pour des bananiers au génotype d'origine identique). Puisque le phénomène lui-même semble être provoqué par la présence d'un nombre de facteurs génétiques (SIMMONDS 1953), il s'ensuit qu'une valeur « quantitative » s'est intégrée à la notion « parthénocarpie » chez le bananier (voir aussi Chap. III, § 1). C'est ainsi qu'il faut comprendre que l'expression « plus parthénocarpique que... » signifie « aux doigts plus volumineux que.. »

§ 2. — Il n'existe qu'une relation incomplète entre le nombre de bananes par régime et le poids de la banane.

Au cours des années 1939-1943, des centaines de données sur le poids moyen du régime des cultivars plantains ainsi que le nombre moyen des bananes par régime et leur poids moyen furent rassemblées par HENRY. Les courbes de distribution étaient normales, et les données synthétisées figurent sur le tableau I.

A partir de ces chiffres il y a moyen de se former une idée sur l'incidence respective du nombre de bananes (B) et du poids moyen de la banane (P) sur le poids du régime (R). La formule de régression suivante semble représenter exactement cette incidence, le coefficient de corrélation correspondant étant hautement significatif ($R = 0,975^{++}$) (1) :

$$R_g = -4 + 0,027 P + 0,156 B \quad (2)$$

En appliquant cette formule à des cultivars représentatifs, il apparaît que « P » exerce peu d'influence sur des régimes bien fournis de bananes, mais que son influence augmente très sensi-

blement avec la diminution du nombre B. En effet, soit :

R_p la fraction de P influencée par le poids de la banane,

R_b la fraction de P influencée par le nombre de bananes, alors :

Cultivar	R_p	R_b	$R_{total} + 4$ (1)	Influence R_p sur R_{tot} (en %)	Influence R_b sur R_{tot} (en %)
Afati.....	3,6	11,4	15,0	24	76
Bosua.....	4,0	20,8	24,8	16	84
Lokusu.....	8,5	3,5	12,0	71	29
Igbulu.....	9,5	4,3	13,8	69	31
Bokangasoku....	10,1	2,4	12,5	81	19

(1) L'addition du nombre « 4 » provient de la nature de la formule n° 2.

On pourrait donc grossièrement se figurer qu'un bananier peut, selon le cultivar, exprimer son potentiel de production soit en un grand nombre de bananes modestes, soit en un petit nombre de grandes bananes. Cette impression va se confirmer, mais d'une façon plus exacte dans l'étude de l'influence du nombre total de fleurs (aussi bien mâles que femelles) sur le poids moyen de la banane (§ 3).

Le calcul de la régression multiple nous a indiqué entre-temps qu'il existe une corrélation négative entre le poids moyen de la banane et le nombre de bananes par régime (car $r_{PB} = -0,854 \times \times$) La régression correspondante est la suivante :

$$P = 384,5 - 2,084 B \quad (3)$$

On remarque dans la figure 1 que la droite ne semble pas représenter idéalement la distribution des points. Et en effet, on peut aussi bien essayer une courbe répondant à l'équation :

$$\frac{1}{P} = (2,675 + 46 B) 10^{-6} \quad (4)$$

Cette équation permet de trouver des poids de banane plus raisonnables pour des régimes bien fournis ; alors qu'au moyen de l'équation (3) l'on obtiendrait, par exemple pour des régimes à 120 doigts, un poids inférieur à 100 g,

ce qui ne survient jamais chez les plantains ! Par ailleurs, il ne faut pas perdre de vue que chaque point de la figure représente en fait un essaim de points, puisque les données correspondantes sont des moyennes. Rappelons que les courbes de distributions cor-

respondant à ces observations sont normales. Il devient donc clair que la situation des points dans la figure est fort significative.

L'option pour une fonction orthogonale se confirme lorsqu'on compare la valeur B avec P' (le poids de banane déduit de la formule 1). Dans le tableau IV figurent les valeurs P' pour 13 cultivars qui représentent les trois catégories de taille chez les plantains.

Essayant la régression linéaire, nous trouvons un coefficient de corrélation peu significatif ($r = 0,558^+$), alors qu'une fonction orthogonale correspondant par exemple à la formule (5) indique une corrélation beaucoup plus nette ($r = 0,735 \times \times$).

$$P' = 131,5 + 1370/(B-10) \quad (5)$$

Cette allure de la régression n'est pas influencée par la différence de taille des cultivars étudiés, car l'équation obtenue par la même méthode mais à partir des géants seuls (points 3, 5, 6, 9, 12 et 13), indique une fois de plus un « r » hautement significatif ($= 0,952^{++}$) !

Malgré tout, cette formule ne présente pas de valeur pratique, ni pour le cas des cultivars avec des régimes peu fournis, ni pour le cas contraire. En essayant par exemple la valeur $B = 22$ (nombre moyen chez IMBELENGA), nous trouvons un poids moyen de la ba-

(1) Nous indiquons par $^+$ une signification seuil au $p = 0,05$ et par $^{++}$ une signification au seuil $p = 0,01$.

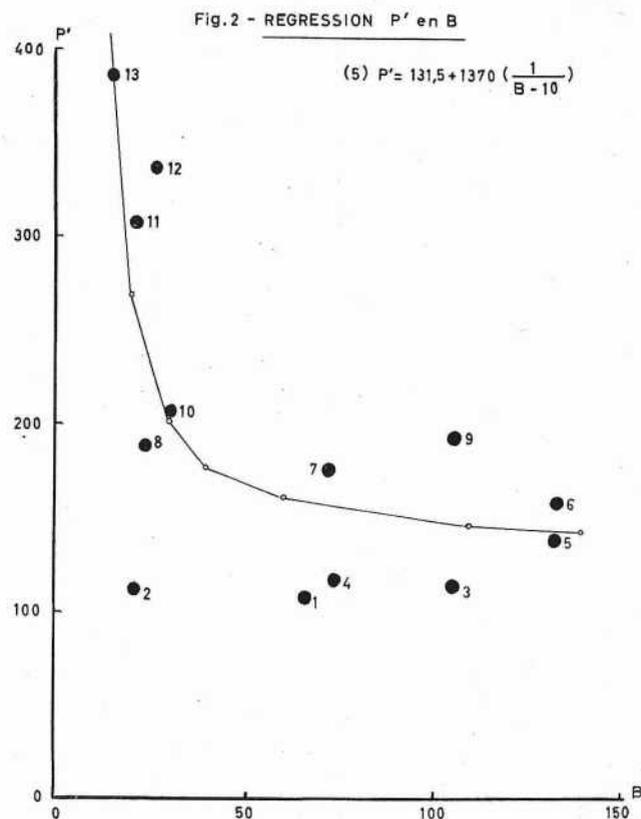
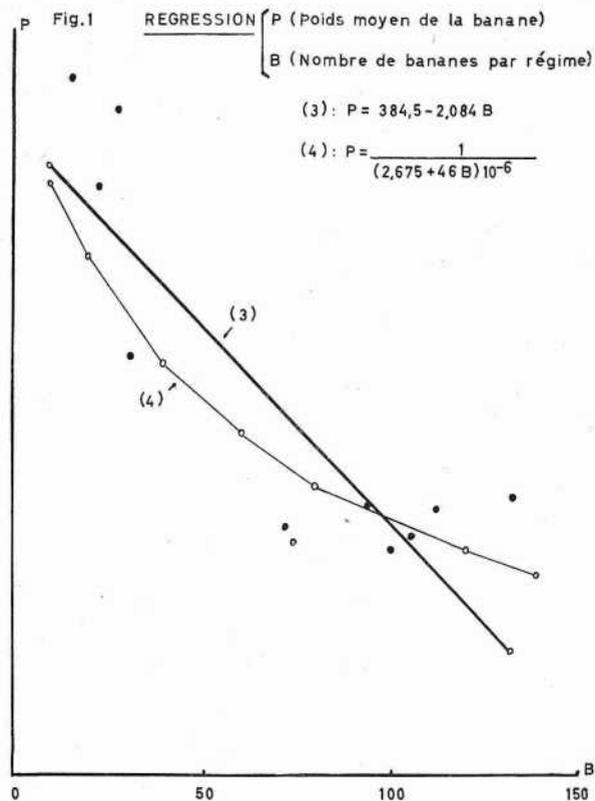
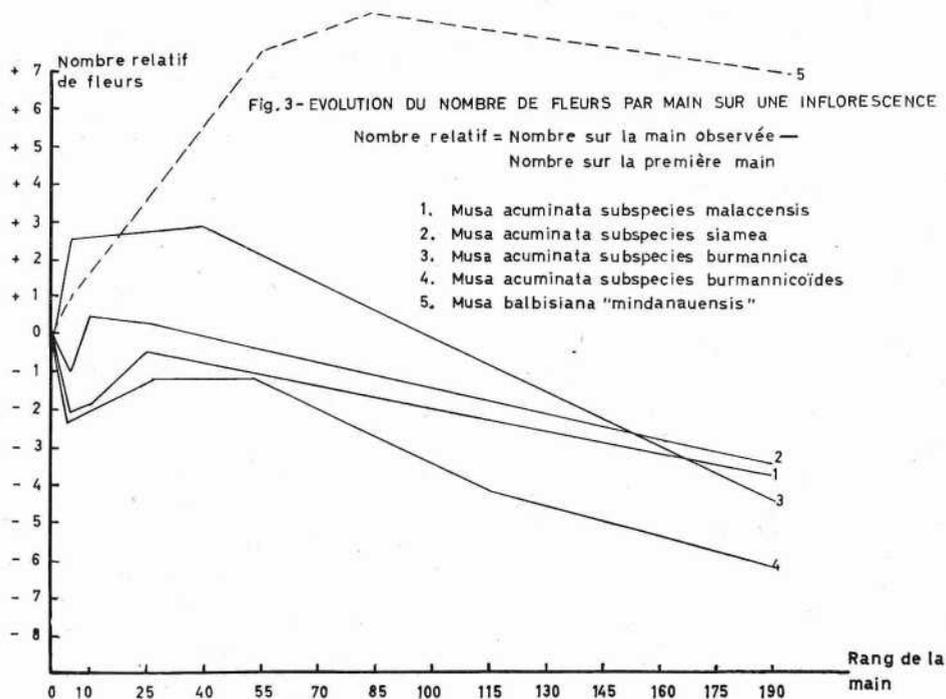


TABLEAU IV
Poids moyen de la banane déduit de la taille,
par la formule n° 1

1 Ihumba	(p)	109	5 Aleke	(g)	138	9 Litete	(g)	192
2 Imbelenga	(p)	111	6 Bosua	(g)	158	10 Libanga	(m)	206
3 Kocho	(g)	113	7 Afati	(m)	176	11 Lokusu	(m)	307
4 Otiti	(m)	116	8 lfelete	(p)	189	12 Igbulu	(g)	334
						13 Bokangasoku	(g)	386



nane de 245,6 g), c'est-à-dire 1,5 fois plus grand que la valeur de 163,1 g observée et figurant dans le tableau I. Il y a donc lieu de supposer que la relation entre P et B est plus nuancée et qu'un autre facteur pourrait y jouer un rôle.

Or, comme nous l'avons fait remarquer dans l'introduction, le développement de l'inflorescence mâle semble être lié d'une façon ou d'une autre au développement du régime lui-même (cf. « corne » versus « creole »).

Il est donc nécessaire d'analyser cette influence et de trouver une formulation quantitative pour exprimer le degré de son développement.

§ 3. — Relation entre le nombre total de fleurs et le poids moyen de la banane.

Des études détaillées sur les inflorescences nous ont fait voir que la dégénérescence de la partie mâle de l'inflorescence consiste en deux phénomènes simultanés :

— la diminution du nombre de mains (main = groupe de fleurs, mâles ou femelles, attachées à l'axe floral par un glomérule) ;

— la diminution du nombre de fleurs par main.

a. *Le nombre de mains* est fort élevé chez les bananiers non comestibles, tels que *Musa acuminata* subsp. *burmannica* ou *Musa balbisiana* (voir tableau V). D'ailleurs, le bouton terminal se développe encore parfois des semaines après la maturation complète des bananes. Chez les bananiers comestibles par contre, nous remarquons une variation extrêmement étendue allant de 200 mains chez la variété AAA « Red » (Figue rouge), jusqu'à 20 et moins chez les plantains « corne ». La variété BOKANGASOKU ne produit jamais plus d'une seule main. Mieux : certains rejets de cette variété montrent à la fin de leur développement un début d'inflorescence composé d'un axe avec 2-3 bractées et sans aucune banane.

b. *Le nombre de fleurs par main* :

Toute inflorescence présente une variation du nombre de fleurs par main le long de son axe floral. Dans la plupart

des cas, il s'agit d'une diminution, légère chez les bananiers non comestibles (DE LANGHE et DEVREUX, 1960 et fig. 3), mais beaucoup plus prononcée chez les autres bananiers. Le tableau VI démontre que chez les plantains il existe une très grande variation à ce point de vue.

Cette diminution est bien illustrée par la figure 4. Une droite y relie le nombre initial (ici standardisé pour tous les cultivars et = 0) avec le nombre final sur la dernière main. Les points d'intersection de ces droites avec la verticale correspondant à la 100^e main, nous fournissent un moyen d'exprimer quantitativement cette diminution (D), que nous retrouvons au côté gauche du tableau XIV.

Le tableau VI contient dans sa dernière colonne le résultat du produit : « nombre de mains (M) \times nombre de fleurs par main (f) = nombre total de fleurs (F) compte tenu de la diminution en question. En comparant entre elles les données des tableaux V, VI et XIV sur les valeurs M , F et D nous trouvons, par le calcul de la régression linéaire multiple, trois coefficients de corrélation hautement significatifs ($r_{MD} = 0,893^{++}$, $r_{FD} = 0,958^{++}$ et $r_{FM} = 0,975^{++}$) (1). Ce qui prouve que la diminution du nombre de mains et la diminution du nombre de fleurs par main obéissent toutes les deux à une même loi, dont le résultat visible est la dégénérescence de la partie mâle de l'inflorescence.

$P' = 103,2 + 2114/A \dots \dots \dots$	$n = 5$	$r = 0,989^{++}$	pour les petits plantains
$P' = 139,4 + 11793/(A + 50) \dots \dots$	$n = 6$	$r = 0,941^{++}$	pour les plantains moyens
$P' = 143,8 + 25308/(A + 100) \dots \dots$	$n = 4$	$r = 0,921$	pour les géants

Nous pouvons donc considérer le terme F (nombre total de fleurs) comme une expression fidèle de cette

(1) La corrélation entre F et M paraît évidente, puisque F est déduit partiellement de M . Mais la valeur « f » aurait pu influencer défavorablement cette relation : en effet, une même valeur F peut être aussi bien le produit d'une valeur M élevée et d'un « f » bas que du contraire.

dégénérescence. Dès lors, il est possible de remplacer le facteur B (nombre de bananes) par le facteur F , beaucoup plus complet, dans la recherche d'une relation avec le poids moyen de la banane (P'). La recherche d'une régression de « P' en F » à partir des données rassemblées dans le tableau VII, nous a fait rejeter définitivement la solution linéaire ($r = -0,604^+$) en faveur de la fonction orthogonale suivante (fig. 5) :

$$P' = 133 + 3339/F$$

avec $r = 0,751 \times \times$ (6)

Malgré tout, cette nouvelle expression ne satisfait que partiellement quant à son application pratique. Selon la formule inverse de (6) :

$$\frac{1}{F} (16900 P' - 192) 10^{-4}$$

un $P' = 100$ grammes supposerait une valeur irréaliste de $F = -434$! (c'est-à-dire que nous nous trouvons dans la zone négative de la fonction). Bien que des poids moyens de 100 grammes soient quasi inexistantes chez les plantains, il reste imprudent de considérer la dite formule comme définitive.

En décomposant la série des données en trois groupes correspondants aux trois types de tailles chez les plantains, nous obtenons les équations suivantes :

Si donc la taille n'influence pas la nature de la ligne de régression, nous remarquons cependant que les équations font chaque fois déplacer l'abscisse de 50 unités F . Ceci indique clairement que l'influence de la taille sur la valeur F doit être prise en considération.

Il existe une corrélation positive entre la taille moyenne (T) d'un cultivar plantain et le nombre (m) de

TABLEAU V

Type	Nombre de mains jusqu'à
Musa acuminata (AA) subsp. burmannica	300
Musa balbisiana (BB)	300
Musa acuminata AAA "Ibota" (*)	200
Musa acuminata AAA "Red"	200
Musa acuminata AAA "Cavendish"	180
Musa x sapientum (AAB) "Silk"	180
Musa x paradisiaca (AAB) "Kocha"	155
Musa x paradisiaca "Isabolobaete"	130
Musa x paradisiaca "Ihumba"	120
Musa x paradisiaca "Lo'see"	70
Musa x paradisiaca "Libanga"	40
Musa x paradisiaca "Monganga"	20

(*) - Ibota semble être un AAA-Africain (voir DE LANGHE, 1964 b).

TABLEAU VII

Comparaison de P' (poids moyen de la banane) avec F (nombre total de fleurs).

Cultivars	p'	F
1 Lokusu	307	22
2 Ifelete	189	25
(3) Igbulu	334	27
4 Imbelenga	111	131
5 Libanga	185	142
(6) Libanga liboelabokoi	239	451
7 Lo'see	180	499
8 Bofo	111	889
9 Afati	176	986
10 Ihumba	109	1.093
11 Otiti	117	1.252
12 Isabolobaete	102	1.368
13 Okere	147	1.457
(14) Bosua	158	1.964
(15) Kocha	113	2.110

1 = Plantains moyens
2 = Petits plantains
(3) = Géants.

Fig. 4 - LA DIMINUTION DE FLEURS PAR MAIN

CHEZ DIFFERENTS PLANTAINS

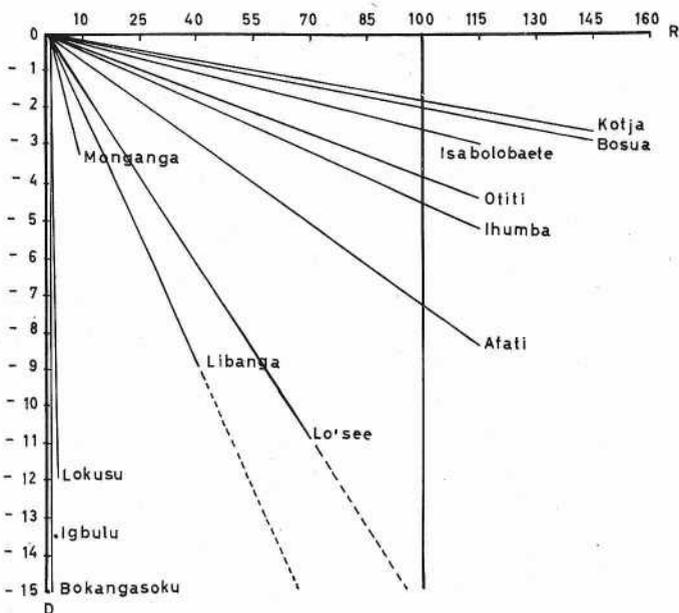
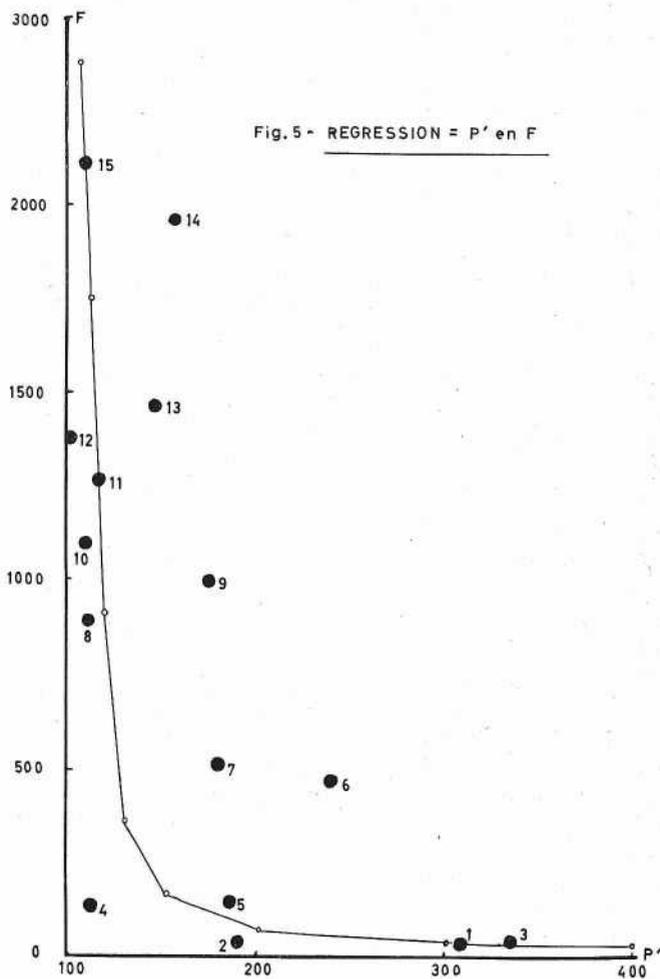


TABLEAU VI

Nombre de fleurs par main (moyenne de 30-35 observations)

Rang de la main sur l'inflorescence	1	5	10	25	40	55	70	85	100	115	130	145	Nombre total de fleurs
1 Kocha	14,2	13,5	15,4	15,7	15,0	14,3	13,8	13,4	12,8	12,4	12,0	11,6	2.110
2 Bosua	14,4	13,2	15,4	15,8	15,2	14,1	13,0	12,3	12,3	12,2	11,6	11,5	1.964
3 Isabolobaete	12,2	11,6	12,5	13,0	12,7	11,6	10,2	9,3	8,0	9,2	-	-	1.368
4 Otiti	12,8	12,1	12,5	12,3	11,5	10,5	10,0	9,7	9,1	8,4	-	-	1.252
5 Ihumba	12,0	11,0	11,5	11,4	10,8	9,7	9,0	8,1	7,2	6,8	-	-	1.093
6 Afati	12,8	11,8	12,5	12,2	10,6	8,5	7,0	6,0	4,6	4,4	-	-	986
7 Lo'see	12,6	11,9	11,9	10,5	5,0	2,5	1,7	-	-	-	-	-	499
8 Libanga	10,0	6,0	3,0	2,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	142
9 Monganga	4,2	1,8	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32
Rang de la main	1	2	3										
10 Igbulu	15,2	10,0	1,7										27
11 Ifelete	12,2	9,8	-										25
12 Lokusu	13,1	8,0	1,2										22
13 Bokangasoku	15,0	-	-										15

Fig. 5 - REGRESSION = P' en F



amins de son régime (DE LANGHE, 1964 a et tableau VIII).

Cette corrélation correspond à la régression linéaire suivante :

$$m = 0,029 T - 1,5 \quad (7)$$

Comme il est logique de penser ainsi à une relation « taille-nombre total de fleurs », la régression de F en m (nombre de mains femelles) fut calculée à partir des données figurant aux tableaux VII et VIII, ce qui donne (1) :

$$F = 249,9 m - 460,7$$

(1) Pour obtenir une relation plus ou moins indépendante du phénomène de la dégénérescence, seuls les cultivars à inflorescence complète sont pris ici en considération.

avec $r = 0,912^{**}$ (8)

La combinaison des formules (7) et (8) nous donne :

$$F = 7,34 T - 835,5 \quad (9)$$

Groupant les trois catégories de taille autour des valeurs 350, 275 et 225 cm (voir tableau VIII) on obtient au moyen de la formule (9) les valeurs F suivantes : 1,736, 1185 et 818, respectivement pour les plantains géants, moyens et petits. Afin de faciliter les travaux de calcul, les valeurs F ont été standardisées à l'échelle des géants. Donc, aux valeurs F des plantains moyens, le chiffre 551 (= 1736 — 1185) fut ajouté ; aux valeurs F des pe-

tits plantains fut ajouté le chiffre 918 (= 1736 — 818). Le résultat figure au tableau IX.

Ces données, reportées sur la figure 6, montrent un rapprochement sensible des 15 points (comparez avec figure 5). Il y a maintenant moyen d'essayer une courbe logarithmique, qui a l'avantage, sur la courbe hyperbolique de la fonction (6), de rester beaucoup plus oblique vis-à-vis des deux axes, ce qui évite le danger des valeurs extrêmes invraisemblables. La fonction correspondante est :

$$P' = 544,5 - 124,3 \log F'$$

avec $r = -0,838^{++}$ (10)

TABLEAU VIII

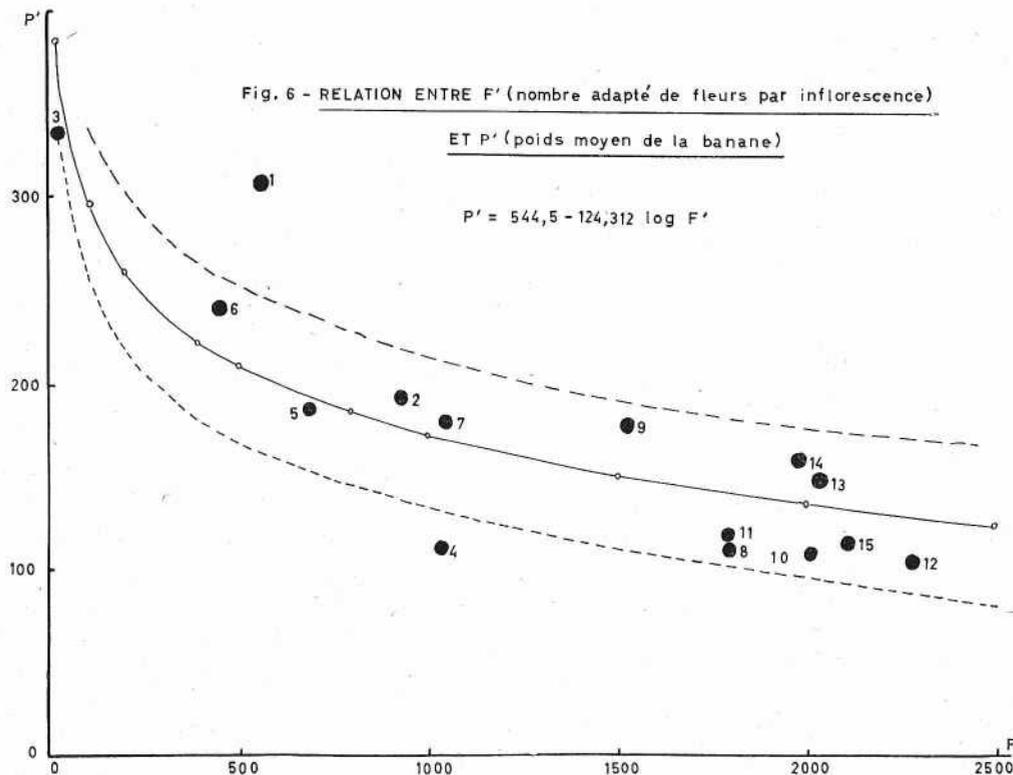
Relation entre la taille et différents autres caractères chez les plantains

Cultivars	P	Taille en cm	Nombre de feuilles	Nombre de mains femelles (m)	Age en jours
1 Kocha	P 33	388	42,3	9,8	564
2 Inekeleikumi	P 28	372	45,3	8,4	520
3 Bosua	P 43	360	43,4	9,4	551
4 Losakalaka	P 31	350	45,0	9,2	446
5 Litete	P 51	347	37,2	8,7	491
6 Koko	P 45	322	41,2	8,3	472
7 Otiti	P 34	276	38,2	6,4	370
8 Afati	P 44	271	34,5	7,1	354
9 Wenge	P 37	261	34,0	6,1	305
10 Bofo	P 29	221	30,0	4,1	267
11 Isabolobaete	P 26	220	31,1	5,2	280

TABLEAU IX

Adaptation du nombre total de fleurs (F), à la taille de l'appareil végétatif

	Cultivars	Taille	P'	F	F'
1	P 2 Lokusu	moyen	307	22	+ 551 = 573
2	P 1 Ifelete	petit	189	25	+ 918 = 943
3	P 6 Igbulu	géant	334	27	+ 0 = 27
4	P 13 Imbelenga	petit	111	131	+ 918 = 1.049
5	P 15 Libanga	moyen	185	142	+ 551 = 693
6	P 24 Libanga lib.	géant	239	451	+ 0 = 451
7	P 56 Lo'see	moyen	180	499	+ 551 = 1.050
8	P 29 Bofo	petit	111	889	+ 918 = 1.807
9	P 44 Afati	moyen	176	986	+ 551 = 1.531
10	P 25 Ihumba	petit	109	1.093	+ 918 = 2.011
11	P 34 Otiti	moyen	117	1.252	+ 551 = 1.803
12	P 26 Isabolobaete	petit	102	1.368	+ 918 = 2.286
13	P 30 Okere	moyen	147	1.457	+ 551 = 2.008
14	P 43 Bosua	géant	158	1.964	+ 0 = 1.964
15	P 33 Kocha	géant	113	2.110	+ 0 = 2.110



CONCLUSIONS

1. Il semble que l'équation (10) exprime assez exactement la relation qui existe entre la dégénérescence de l'inflorescence (d'abord la partie mâle, mais ensuite également la partie femelle pour certains cultivars comme 'Igbulu' par exemple) et le poids moyen de la banane. Le maximum de poids moyen serait donc situé aux environs de 550 g, et le bananier ne serait pas capable, au moins actuellement, de produire des bananes sensiblement plus lourdes. Sa seule réaction connue est l'absence totale des fleurs et des bananes, phénomène déjà observé plusieurs fois par nous à Yangambi. Cependant, le chapitre suivant va montrer que d'autres phénomènes observés sur les inflorescences des plantains ont un rapport avec la relation traitée jusqu'à présent.

2. Nous avons insisté dans le présent chapitre, sur la recherche de la nature exacte de la régression qui lie les valeurs P et F, non seulement dans le but de trouver une formule réaliste, mais aussi dans le but de savoir si la relation trouvée pouvait être interprétée quantitativement. Et c'est le cas, car un regard sur la figure 6 nous convainc facilement : chez les cultivars aux régimes bien fournis, l'augmentation du poids moyen de la banane (d'un cultivar à l'autre) est accompagnée d'une diminution sensible du nombre de fleurs (mâles). Par contre, nous constatons que chez les cultivars, type « corne », la perte d'une seule main (femelle maintenant), soit une quinzaine de fleurs (candidats bananes !), est reliée à une augmentation sensible du poids moyen des bananes restantes. Or, en admettant l'idée d'un potentiel de production, il devient admissible de considérer les variations en question de la façon suivante :

— ou bien le bananier développe une centaine de bananes modestes, et trouve assez de réserves pour continuer le développement d'une inflorescence complète (c'est le cas du type « french plantain » ou « créole ») ;

— ou bien le bananier développe quelques mains avec d'énormes bananes (pesant régulièrement 250 g et plus) et ne trouve plus de réserves pour former le reste de l'inflorescence. D'où des régimes sans fleurs-mâles, voir même des régimes de quelques bananes monstrueuses. KERVEGANT (1935) parle du 'Lubang', une variété du 'Pisang Tandok' (qui n'est autre que le type « corne ») : 'Lubang' produit une seule banane dont la pulpe suffit pour un repas de trois hommes.

Cette idée du développement différent des régimes à partir d'un même potentiel, mais canalisé probablement par des hormones (mais en fin de compte par le génotype !) sera reprise et discutée dans le chapitre III.

CHAPITRE II. — L'ADHÉRENCE DES FLEURS MALES

§ 1. — L'évolution des dimensions de la bractée est un indice exact de la parthénocarpie.

A. L'évolution
chez les bananiers non-comestibles.

Les bractées de la partie femelle d'une inflorescence sont généralement plusieurs fois plus longues que larges. Cette proportion diminue cependant sensiblement entre le 10^e et le 40^e glomérule. Si l'on exprime cette proportion par $S = (L \times 100)/l$, on

peut préciser que, par exemple pour *Musa acuminata* subsp. *burmannica*, la valeur S tombe de 300 à 200 de la 20^e à la 50^e main, mais diminue ensuite très lentement. Les données sur S et R (rang de la main sur l'inflorescence) pour la dite sous-espèce (tableau X) nous permettent de chercher la fonction reliant S à R ; la fonction orthogonale semble s'ajuster le mieux aux paires de données (fig. 7) :

$$S = 140 + 1/(210 + 43 R) 10^{-5} \text{ avec } r=0,575^+ (11,1)$$

Il est remarquable que l'analyse de S chez les autres sous-espèces de *Musa acuminata* ainsi que chez *Musa balbisiana* mène chaque fois au même type d'équation (tableau XI, fig. 8) :

<i>Musa acuminata</i> subsp. <i>malaccensis</i>	$S = 150 + 1 / (400 + 45 R) 10^{-5}$	(11.2)
<i>Musa acuminata</i> subsp. <i>siamea</i>	$S = 130 + 1 / (675 + 41 R) 10^{-5}$	(11.3)
<i>Musa balbisiana</i> « <i>ceylon</i> ».....	$S = 90 + 1 / (1021 + 37 R) 10^{-5}$	(11.4)
<i>Musa balbisiana</i> « <i>mindanauensis</i> ».....	$S = 90 + 1 / (829 + 34 R) 10^{-5}$	(11.5)

Or le test T appliqué aux coefficients de régression démontre que tous ces « b » appartiennent à une même population (c'est-à-dire que toutes les courbes sont analogues). Ainsi, pour les cas extrêmes (*Musa acuminata malaccensis* et *Musa balbisiana mindanauensis*) :

$$\frac{t = b - b'}{\sqrt{s_b^2 + s_{b'}^2}} = \frac{11 \cdot 10^{-5}}{6 \cdot 10^{-5}} = 1,8$$

ce qui, étant donné $(n - 2) + (n + 2) = 4$, correspond à p 0,1.

Ceci mérite une attention particulière, car voici trouvée une fonction indépendante du génotype. Il s'ensuit que n'importe quelle évolution de ces courbes indique un processus étranger à l'origine génétique. Or on constate précisément une modification profonde dans l'allure des courbes chez les bananiers comestibles.

B. L'évolution de S chez les bananiers comestibles.

Sur la figure 9 est porté un ensemble de points, résultat d'observations effectuées sur l'ensemble de six cultivars représentatifs des plantains 'Afati', 'Bosua', 'Isabolobaete', 'Ihumba', 'Otiti', 'Ielli' (tabl. XII).

L'on remarque immédiatement la *distribution en forme de parabole*, et il n'est donc pas étonnant de constater qu'une fonction parabolique peut s'y appliquer avec succès :

$$S = 0,0173 R^2 - 1,3 F + 179 \quad n = 30 ; \quad r = 0,485^{++} \quad (12)$$

Mais les deux bras de la parabole ne se prêtent pas à la même interprétation : les bractées des rangs 50

et plus ne s'allongent pas mais se rétrécissent très vite ; comme leur longueur ne diminue pas fort à cette hauteur de l'inflorescence, la proportion L/l augmente à nouveau !

Le fait se rencontre chez tous les bananiers à fruits comestibles, à l'exception de quelques variétés « AAA » ou « AA » peu parthénocarpiques (c'est-à-dire dont le fruit ne dépasse pas fort, en volume, le fruit des variétés séminifères. Mais, même chez ces derniers, l'on constate un arrêt de la diminution du rapport L/l ; or, comme leurs bractées ne cessent de se raccourcir, il faut bien accepter que le rétrécissement en largeur y est déjà présent (tabl. XIII et fig. 8 et 10).

Il est intéressant de noter que ces bractées rétrécies sont plus épaisses que celles des bananiers non comestibles. Il s'agit d'un rétrécissement « mécanique », c'est-à-dire qu'à sa formation, la bractée développe sa largeur normale, mais qu'au cours du développement ultérieur elle semble se replier en sens latéral comme si le nombre effectif de doigts sous-jacents était inférieur au nombre théorique. Et en effet, les cultivars plantains ayant le moins de bananes par main ('Igbulu', 'Lokusu', 'Ifelete') portent les bractées les plus étroites et les plus épaisses. Malgré tout, une coupe transversale montre que le nombre de lacunes et de faisceaux conducteurs n'a pas diminué.

Il est donc logique de chercher une relation entre l'évolution (Y) de la régression « S en R » et la diminution (D) du nombre de doigts par main. Sachant que le relèvement du bras droit de la parabole ne commence que vers la 40^e main, nous avons dans la figure 10, concentré les différentes valeurs S de la 40^e main sur un même point (point 0).

Les courbes orthogonales descendent davantage, tandis que les paraboles montent. Même les courbes exponentielles (6) et (10) se prêtent facilement à cette translation. Nous avons non seulement un aperçu général du phénomène, mais nous trouvons ainsi un

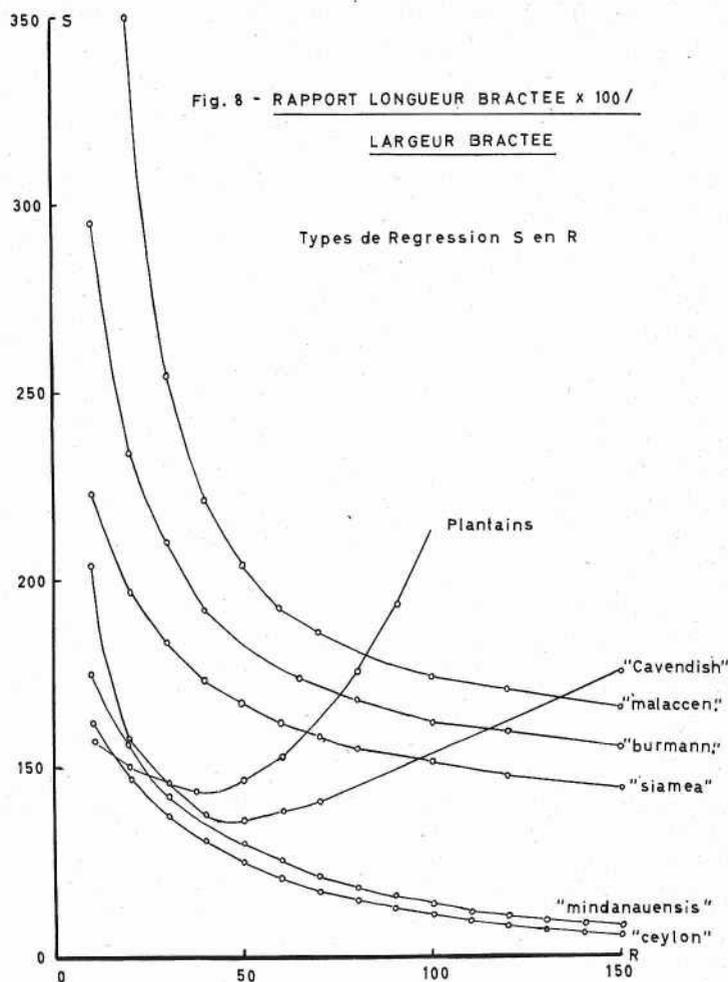
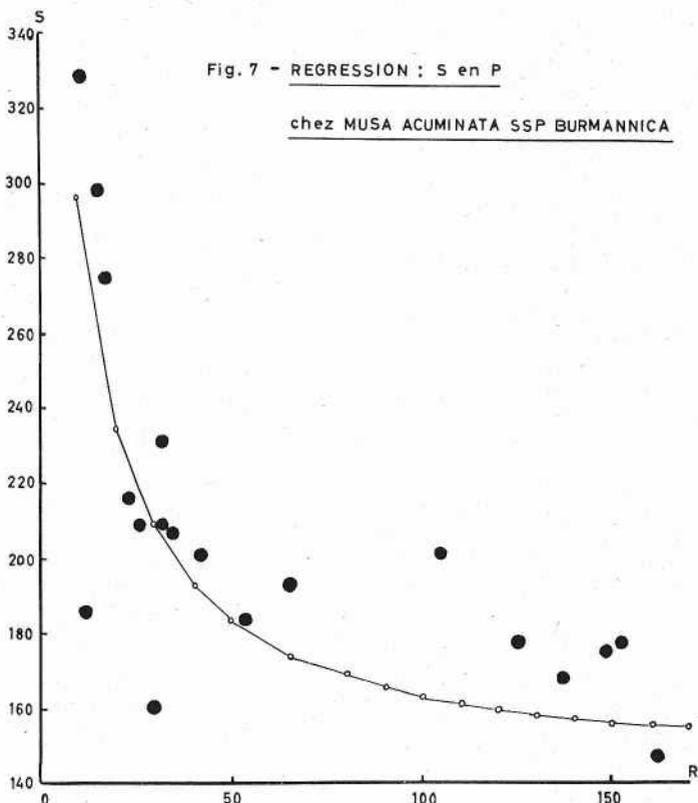


TABLEAU XI
Les valeurs moyennes de S pour différents bananiers

	rang 10-20	rang 20-50	rang 50-80	rang 80-110	rang 110-140
AA					
M. acuminata ssp "malaccensis"	-	243	192	173	170
M. acuminata ssp "siamea"	-	179	161	150	148
BB					
M. balbisiana "ceylon"	-	132	121	111	108
M. balbisiana "mindanauensis"	-	140	123	114	110
AA' (hybride artificiel parthéno- carpique de Yangambi)					
HB ₄	264	183	165	164	164
AAA					
Cavendish	169	141	148	156	157
Ibota	172	158	156	153	-
Red	150	127	120	125	125
AAB					
Silk	153	140	144	149	146
AAB-plantains					
Isabolobaete	171	150	157	183	-
Plantains					
	rang 10-20	rang 20-50	rang 50-80	rang 80-90	
Afati	151	161	167	190	
Bosua	149	137	158	166	
Otiti	162	145	167	174	
	rang 10-20	rang 20-50	rang 60-70	rang 70-80	
Ihumba	147	156	172	185	
Lo'see	195	156	205	232	
	rang 8	rang 10-20	rang 20-50		
Libanga	236	226	273		

Fig. 8 - RAPPORT LONGUEUR BRACTEE x 100 /
LARGEUR BRACTEE

Types de Regression S en R

TABLEAU X
Comparaison des données sur S et R chez
Musa acuminata subsp. burmannica

R = rang de la main	21	24	27	21	33	36	39	42	45	42
$S = \frac{L \times 100}{l}$ bractée	328	298	274	185	215	208	160	231	606	208
R	51	63	75	96	115	135	147	159	162	171
S	200	183	192	166	200	175	166	173	175	145

TABLEAU XII
Valeurs S pour les plantains en général
(6 cultivars représentatifs)

R	S	R	S	R	S
10	187	29	139	72	160
10	162	30	139	75	167
11	152	36	140	75	188
11	145	45	155	79	172
15	180	56	144	81	214
15	170	60	140	84	190
19	169	60	163	84	184
19	148	61	164	86	175
24	132	65	161	90	172
24	137	66	151	96	191

R = rang de la main

moyen d'exprimer quantitativement le degré de redressement des courbes : l'intersection entre les courbes et la verticale correspondant au rang 100. Le résultat figure dans le tableau XIV, colonne de droite, pour les cultivars plantains. Les données du tableau XIV

nous permettent de calculer la régression de Y en D c'est une fonction exponentielle :

$$Y = 23,77 \times 1,1735^D \text{ avec } r = 0,975^{++} \quad (13)$$

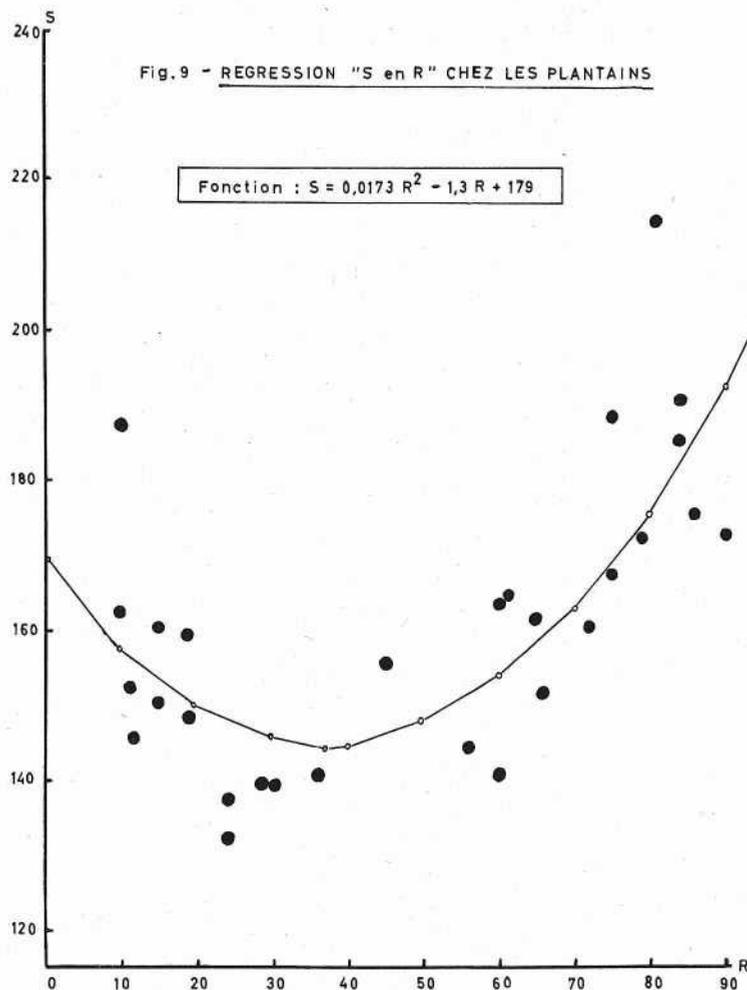
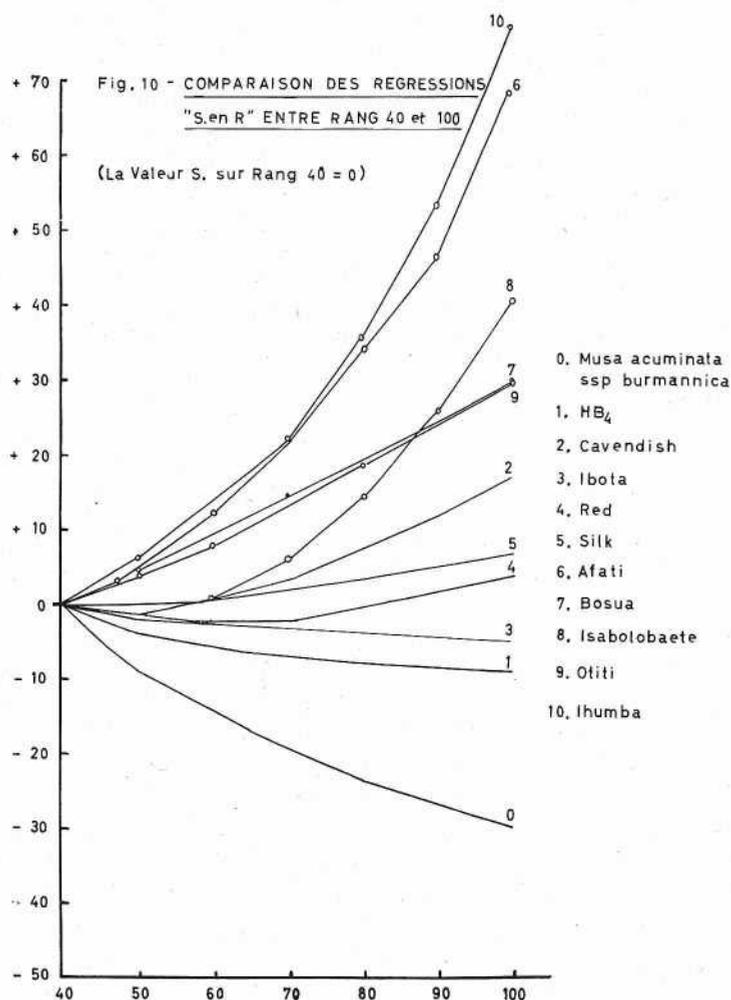


TABLEAU XIII

Variétés et hybride artificiel	Régression S en R	
<u>AA</u>		
1 HB4	$S = \frac{1}{-0,045577 + 0,003267 R} - 160$	0,975 ⁺
<u>AAA</u>		
2 Cavendish ..	$S = 152,1 (\log R)^2 - 506,2 (\log R) + 558,5$	0,890 ⁺
3 Ibota	$S = \frac{1}{-0,00879 + 0,00336 R} + 150$	0,970 ⁺
4 Red	$S = 108,4 (\log R)^2 - 381,2 (\log R) + 452,6$	0,862 ⁺
<u>AAB</u>		
5 Silk	$S = 62,6 (\log R)^2 - 208,9 (\log R) + 313,6$	0,879 ⁺
<u>Plantains</u>		
6 Afati	$S = 7,688 \times 1,025^R + 140$	0,954 ⁺
7 Bosua	$S = 96,8 (\log R)^2 - 275,2 (\log R) + 336,2$	0,903 ⁺
8 Isabolobaete	$S = 0,0162 R^2 - 1,6 R + 189,7$	0,963 ⁺
Libanga	$S = 0,13 R^2 - 4,41 R + 262,33$	0,992 ⁺
Lo'see	$S = 0,0597 R^2 - 4,667 R + 250,03$	0,958 ⁺
9 Otiti	$S = 107,5 (\log R)^2 - 314 (\log R) + 379,7$	0,963 ⁺
10 Ihumba	$S = 4,940 \times 1,030^R + 140$	0,992 ⁺

TABLEAU XIV

Variété	Diminution (D) du nombre de fleurs par main (de main 1 à main 100)	Rythme de rétrécissement de la bractée (Y)
1 Otiti	3,86	29,2
2 Bosua	2,01	29,4
3 Isabolobaete ..	2,63	40,1
4 Afati	7,63	68,2
5 Ihumba	4,56	77,2
6 Lo'see	15,79	221,4
7 Libanga	23,07	869,0



C. Conclusion.

L'existence de la régression (I₃) nous prouve que *le rétrécissement de la bractée chez les bananiers comestibles est bien la conséquence de la diminution accélérée du nombre de doigts par main*. Or, cette diminution (D) est en corrélation positive avec le nombre total de fleurs d'une inflorescence (cf. $r_{FD} = 0,958^{xx}$, chap. I, § 3 b). Ce nombre total F étant à son tour en corrélation positive avec le poids moyen de la banane (P), nous pouvons en conclure que *le rétrécissement de la bractée est en relation directe avec l'augmentation du poids moyen de la banane*. En d'autres mots : les cultivars plantains avec les plus grandes bananes forment les bractées les plus étroites par rapport à leur longueur. Nous pouvons donc conclure que *la modification d'une courbe de régression S en R, indique directement la présence de la parthénocarpie*.

Plus la partie terminale de la courbe (au-delà du rang 40) se relève, plus grande sera la parthénocarpie du cultivar étudié (poids moyen du doigt élevé, dégénérescence de l'inflorescence poussée). Nous possédons ici un indice précis de la parthénocarpie, indépendant du génotype. Cet indice va nous faciliter singulièrement le travail ultérieur (§ 2 et § 3).

§ 2. — L'hypertrophie de « l'ovaire réduit » chez les fleurs mâles des bananiers plantains (et leur adhérence à l'axe floral).

A. Les fleurs dites « neutres ».

Les fleurs de bananiers sont en principe hermaphrodites. Chez certaines espèces et même sous-espèces (cf. *M. acuminata* subsp. *banksii*) les premières fleurs d'une inflorescence restent hermaphrodites à l'état adulte ; mais généralement une polarisation des deux sexes se fait, de sorte que les fleurs des premières mains deviennent femelles (avec néanmoins des étamines atrophiées = staminodes) et que les fleurs des autres mains deviennent mâles (l'ovaire fort réduit reste cependant présent, même chez les fleurs mâles terminales).

Ce changement de l'anatomie est généralement brusque chez les bananiers non parthénocarpiques, c'est-à-dire qu'immédiatement après la dernière main de bananes se trouvent des fleurs mâles, qui d'ailleurs ne tardent pas à se détacher du glomérule. Les choses se passent d'une manière fort différente chez les bananiers plantains, où il existe entre les fleurs femelles et les fleurs mâles une série de mains contenant des fleurs dont les organes sont intermédiaires : des étamines à moitié développées, des ovaires insuffisamment réduits, des styles encore

gros et trapus). On les a appelés *fleurs neutres* ; mais il reste à savoir en quoi elles sont neutres, puisque aussi bien les staminodes et les étamines sont stériles chez les plantains et que par-dessus le marché nous avons pu observer du pollen normal sur des fleurs « neutres » chez la variété AAA « Red ». Il s'agit en fait de fleurs mâles dont l'ovaire est insuffisamment réduit, hypertrophié par rapport aux « ovaires mâles » des bananiers non comestibles. Notons que ces fleurs intermédiaires se rencontrent en principe chez tous les bananiers comestibles, mais les ovaires sont remarquablement développés chez les plantains.

Suite à plusieurs observations, le rapport :

$$\frac{\text{longueur ovaire} \times 100}{\text{longueur étamine principale}} = G$$

nous semble le mieux caractériser cette hypertrophie. Puisqu'il s'agit d'une évolution des fleurs mâles, nos analyses ont toujours commencé par la 1^{re} main (rares sont en effet les bananiers qui portent encore des fleurs femelles sur les mains II et davantage).

B. Le rapport *G* chez les bananiers non comestibles.

Ces analyses ont démontré, comme prévu, que chez la plupart des séminifères naturels le rapport *G* ne change pas, tout au long de la partie mâle de l'inflorescence. Mais *G* change avec le génotype, et il est

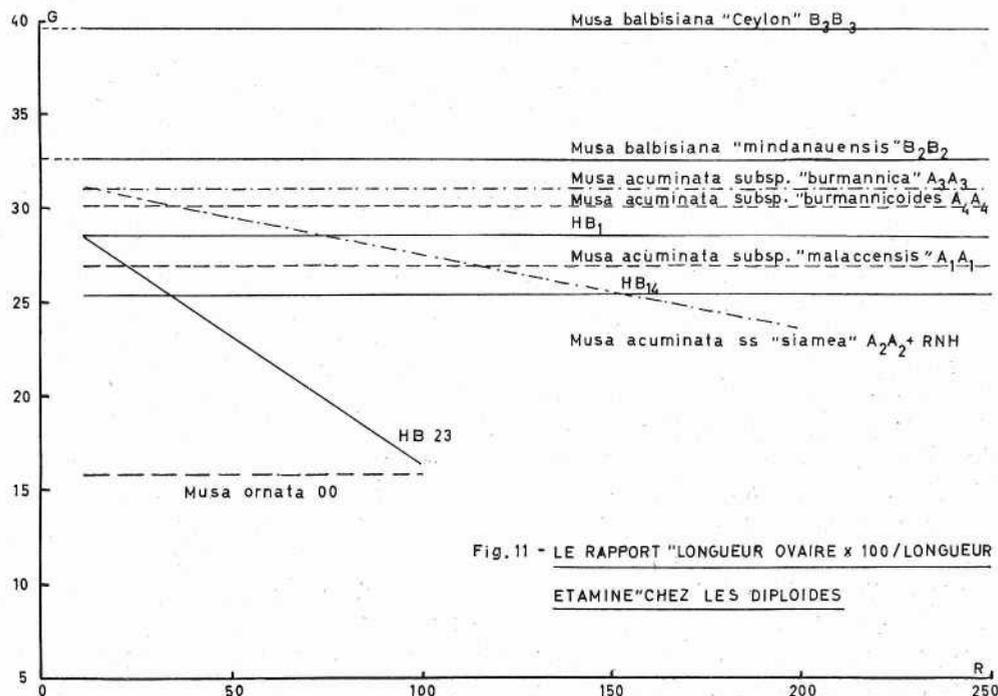


Fig. 11 - LE RAPPORT "LONGUEUR OVAIRE x 100 / LONGUEUR ETAMINE" CHEZ LES DIPLOIDES

intéressant de noter que *Musa balbisiana* produit des « ovaires mâles » moins réduits que *Musa acuminata*.

Cependant, des exceptions sont à noter (tabl. XV et fig. 11). Le cas de *Musa flaviflora* paraît révélateur : ce bananier montre à la fois des caractères floraux et végétatifs de *Musa acuminata* subsp. *burmannica* et de *Musa ornata* (Section *Rhodochlamys*). Il n'est cependant pas un hybride, car des autofécondations (artificielles évidemment) ont toujours mené exactement au même type de bananier. Néanmoins, la présence d'un coefficient de corrélation significatif nous a fait calculer la régression G et R (rang de la main) pour aboutir à la droite qui, d'une façon inattendue, paraît relier la zone des *Musa acuminata* avec la zone *Musa ornata* ! Cette droite exprimerait donc bien le caractère « double » de cette « espèce » (1).

TABLEAU XV
Rapport moyen "L. ovaire/L. étamine" en P. cent = \bar{y}

Espèces et sous-espèces	R	b	n	\bar{y}
<i>Musa acuminata</i> subspecies <i>malaccensis</i>	0,347		30	26,8
<i>Musa acuminata</i> subspecies <i>burmannica</i>	0,296		30	36,9
<i>Musa acuminata</i> subspecies <i>burmannicoïdes</i>	0,372		20	30,0
<i>Musa acuminata</i> subspecies <i>siamea</i>	0,452 ⁺	-0,040	20	28,1
<i>Musa acuminata</i> HNR	0,408 ⁺	-0,036	20	28,6
<i>Musa balbisiana</i> "mindanauensis"	0,403		22	32,5
<i>Musa balbisiana</i> "ceylon"	0,395		19	39,5
<i>Musa ornata</i>	0,413		20	15,8
<i>Musa flaviflora</i>	0,467 ⁺	-0,040	22	23,0
Hybrides non comestibles				
HB ₁ = <i>Ibota</i> (AAA) x <i>A₁A₁A₁</i>	0,430		19	28,4
HB ₁₄ = HB ₁ x <i>A₁A₁</i>	0,381		22	25,3
HB ₄₃ = HB ₁ x <i>A₂A₂</i>	0,472 ⁺	-0,024	25	27,0
HB ₄₄ = HB ₁ x <i>A₂A_x</i> (HNR)	0,521 ⁺	-0,026	23	26,3
HB ₂₃ = <i>A₁A₁</i> x <i>Musa ornata</i> (<i>A_n</i> = 44)	0,561	-0,138	22	25,6

Plus difficile devient le cas de *Musa acuminata* subsp. *siamea*, car cette sous-espèce semble être assez bien délimitée au point de vue taxonomique. Il est curieux que l'hybride naturel HNR, dont le phénotype rappelle fortement le « *siamea* », présente exactement la même droite. Or HNR est certainement un hybride, car les autofécondations ont produit toute une gamme de variantes (dont certaines présentent un feuillage rouge sombre et des bananes rouges).

En tout cas, ces exceptions incitent à la prudence, et ne permettent pas cette fois-ci de conclure que toute modification à l'horizontale (qui représente le G stable) indiquerait un processus étranger au génotype. Malgré tout, il est significatif qu'un hybride artificiel comme HB₁ ou HB₁₄ (tabl. XV) dont l'origine remonte partiellement à un bananier comestible

mais qui n'est pas parthénocarpique, présente également un G stable pour les fleurs mâles. Et comme des hybrides contenant « *siamea* » dans leur génotype ont hérité la même tendance légère à l'obliquité (HB₄₃ et HB₄₄) (1) l'on peut affirmer qu'*aussi longtemps que les coefficients de régression ne dépassent pas une certaine limite, nous ne pouvons rien conclure quant à l'influence d'un processus particulier sur le rapport G.*

C. Le rapport G chez les bananiers comestibles, et son évolution (E).

Comme le montrent le tableau XVI et la figure 12, le coefficient « b » chez les bananiers comestibles est de 2 à 50 fois supérieur à celui de « *siamea* ». Il est indiscutable que chez des bananiers comme le plantain 'Monganga,' l'hypertrophie a une toute autre signification que chez le « *siamea* » ; on remarque dans la figure 13 que les ovaires se réduisent très progressivement et qu'on n'observe en fait aucun changement brusque dans le sexe des fleurs. Seules quelques fleurs terminales ont un caractère mâle. Il y a donc lieu de chercher si l'évolution (E) du coefficient « b » pour les régressions dans le sous-groupe des plantains est à son tour en relation avec la parthénocarpie, ou plutôt l'amplification de la parthénocarpie (augmentation du poids moyen de la banane). Le tableau XVII rassemble les données P' et E pour les plantains représentatifs. Aucune corrélation n'a pu être trouvée, et l'on pourrait ainsi abandonner l'idée d'une relation quelconque s'il n'y avait pas la constatation générale que les bananiers les plus parthénocarpiques (grandes bananes, dégénérescence poussée) produisent « par hasard » les ovaires « mâles » les plus hypertrophiés. Cette coïncidence de deux phénomènes dont l'analogie anatomique est indiscutable, nous a incité à pousser plus loin l'investigation.

L'analyse des déviations standard pour les valeurs « b » chez les plantains nous révèle que la plupart des « b » appartiennent encore à une même population. En d'autres mots, ces coefficients ne sont pas significativement différents.

Nous constatons par exemple que la valeur « t » pour les « b » distancés de 'Afati' et 'Okère' ($t = 1,450$) se situe au seuil $p = 0,1$ (2). Ce n'est que lorsque $B_1 - b_2 = 0,200$ (avec un « n » égal !) que l'on peut

(1) Remarquez aussi la position de la droite de régression chez HB₂₃, hybride artificiel entre *Musa acuminata* et *Musa ornata*.

$$(2) \quad t = \frac{b_1 - b_2}{\sqrt{s_{b1}^2 + s_{b2}^2}} = \frac{0,280 - 0,139}{\sqrt{0,0476^2 + 0,0902^2}} = 1,450$$

La combinaison des degrés de liberté est :

$$= (n_1 - 2) + (n_2 - 2) = 30$$

(1) Notons qu'aucun botaniste ne parvient à classer cette plante énigmatique. Dans un travail en préparation, nous suggérons que *Musa flaviflora* est un relié de l'espèce *Musa* qui aurait donné lieu aux deux branches *Musa acuminata* et la Section *Rhodochlamys* (DE LANGHE, 1964 b).

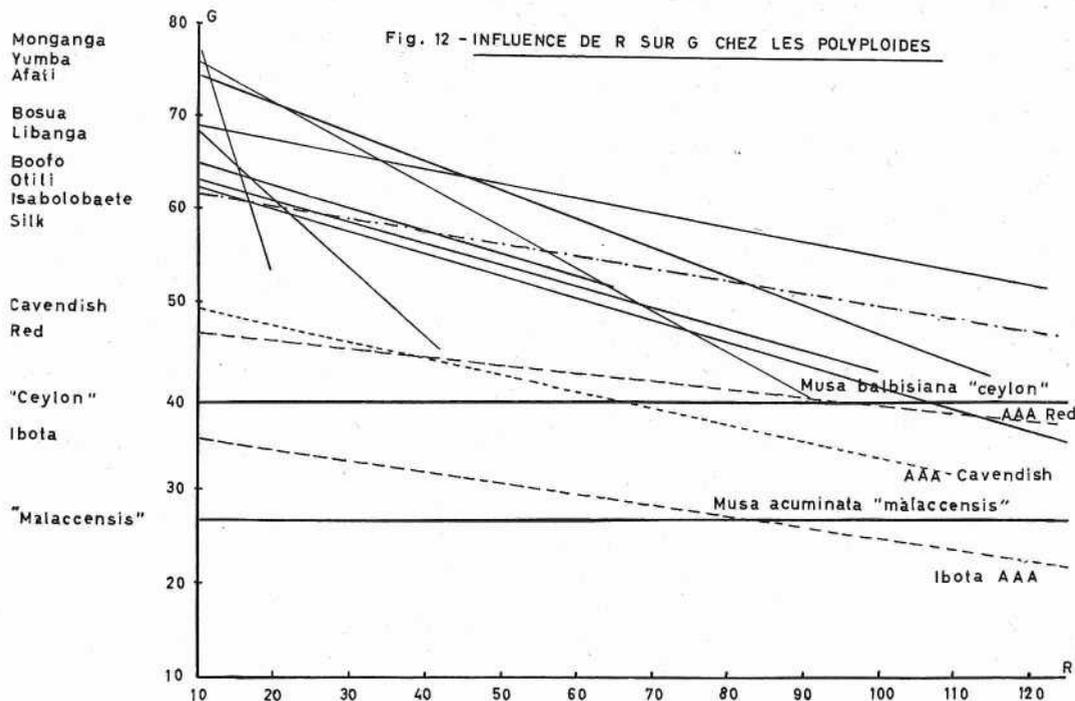


TABLEAU XVI
L'évolution du rapport G chez les bananiers comestibles

Variété	a	b	n	r	G moyen	s _b
<u>Musa acuminata AAA</u>						
Red	47,6	- 0,085	20	- 0,713	41,6	0,0132
Ibota	36,8	- 0,119	40	- 0,652	30,5	0,0236
Cavendish	51,0	- 0,180	30	- 0,527	39,3	
<u>Musa x paradisiaca AAB</u>						
Okere	64,3	- 0,139	14	- 0,625	58,0	0,0476
Bosua	70,5	- 0,146	20	- 0,689	61,3	0,0382
Kocha	67,6	- 0,202	14	- 0,707	57,6	0,0547
Bofo	67,4	- 0,220	20	- 0,812	60,2	0,0502
Otili	65,7	- 0,230	20	- 0,714	57,5	0,0536
Isabolobaete	63,0	- 0,240	20	- 0,719	51,2	0,0783
Afati	77,4	- 0,280	20	- 0,801	62,1	0,0902
Ihumba	80,8	- 0,444	12	- 0,850	58,6	0,2485
Libanga	76,0	- 0,750	20	- 0,681	58,7	0,2921
Monganga	102,4	- 2,450	19	- 0,797	66,5	0,4500
<u>Musa x sapientum AAB</u>						
Silk	62,9	- 0,149	20	- 0,776	54,5	0,0514
<u>Hybrides</u>						
HB ₄ (AA) = Prata x A ₁ A ₁ (*)	37,4	- 0,076	25	- 0,527	34,4	0,0104
HB ₂₈ (AAA) = HB ₈ x A ₂ A ₂ (**)	38,6	- 0,103	20	- 0,502	33,6	
HB ₂₉ (AAB) = HB ₇ x A ₁ A ₁ (***)	37,5	- 0,064	18	- 0,481	32,2	

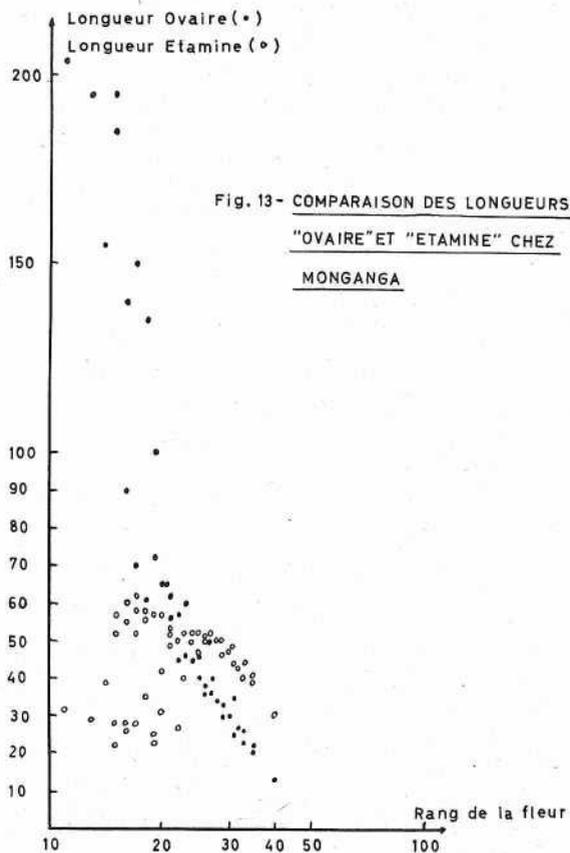
(*) - Cet hybride intéressant a été discuté in extenso dans DE LANGHE 1961 a
 (***) - HB₈ = Prata (AAB) x A₁ = AAA(B), mais le 4e génome ne semble pas être complètement "B"
 (***) - HB₇ = Prata (AAB) x A₁ = AAAB, un tétraploïde aux tendances parthénocarpiques.

TABLEAU XVII
Comparaison du poids moyen de la banane (P') avec l'évolution (E) du rapport G

Cultivar	E	P'
1 Okere	0,130	147
2 Bosua	0,146	158
3 Kocha	0,202	113
4 Bofo	0,220	111
5 Otili	0,230	117
6 Isabolobaete ..	0,240	102
7 Afati	0,280	176
8 Ihumba	0,444	106
9 Libanga	0,750	185

TABLEAU XVIII

Cultivar	F'	Y
Otili	1.803	29,2
Bosua	1.964	29,4
Isabolobaete ..	2.286	40,1
Afati	1.531	68,2
Ihumba	2.011	77,2
Lo'see	1.417	221,4
Libanga	693	869,0



parler d'une différence significative. En conséquence il faudrait entraîner dans la comparaison les « b » de tous les bananiers comestibles pour être fixé sur l'éventualité d'une corrélation multiple entre E, P et F.

Mais les valeurs P et F des autres bananiers comestibles ne peuvent pas être employées inconsidérément. Car si nous pouvons encore admettre que le génotype n'a que très peu d'influence sur le facteur E et que cette influence se limiterait tout au plus à un léger embrouillement des données de base pour les calculs de régression, il en est tout autre pour le facteur F.

L'influence de la taille végétative sur le nombre total de fleurs avait été éliminée pour les plantains par l'emploi de la formule (9), mais jusqu'à présent le domaine de l'étude ne dépassait pas les limites de ce sous-groupe au génotype original fort homogène. En traitant les autres bananiers, l'on passe à des génotypes différents et la figure 3 montre nettement comment le génotype peut influencer le nombre total de fleurs. Un bananier AAA par exemple aura, de par son origine, presque toujours un nombre total de fleurs inférieur à celui d'un bananier ABB où deux génomes de *Musa balbisiana* vont pousser la valeur F à un niveau bien supérieur; la différence entre les deux F n'aura rien à voir avec la parthénocarpie.

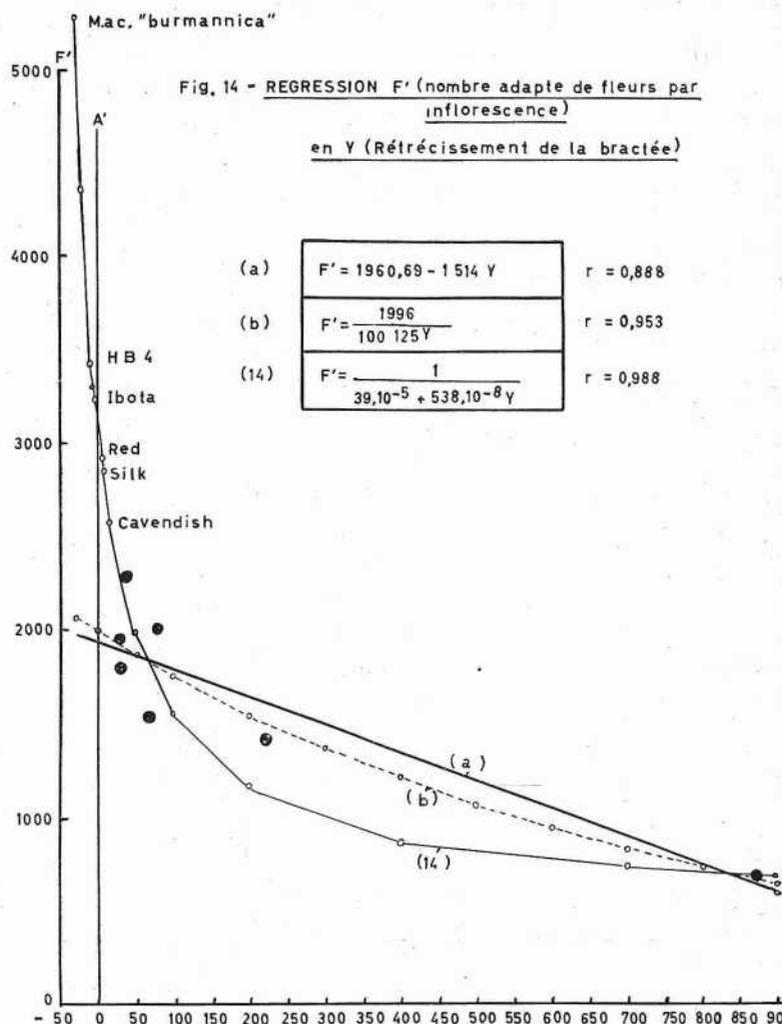
Il s'agit donc de trouver un moyen pour obtenir un nombre total théorique de fleurs (F_t) indépendant du génotype. L'évolution du rapport S des bractées va fournir ce moyen. Nous savons que l'intensité du rétrécissement des bractées est absolument indépendante du génotype. Si donc l'on recherche une régression de F' en Y pour la zone des plantains, la formule trouvée nous permet de calculer des valeurs hypothétiques de F' pour les zones de rétrécissement correspondantes aux autres bananiers, généralement moins parthénocarpiques.

Dans le tableau XVIII figurent les paires de données pour quelques plantains représentatifs. La fonction orthogonale semble satisfaire le mieux à ces données (fig. 14).

$$F_t = 500 + 1/(39 \cdot 10^{-5} + 538 \cdot 10^{-8} Y)$$

avec $r = -0,988^{++}$ (14)

Certes avec l'essai d'une régression linéaire (a) ou d'une régression exponentielle (b) nous obtenons également des « r » significatifs. Mais les valeurs F pour les bananiers non-plantains déduites de ces lignes sont illogiques; F doit au moins être égal au nombre observé réellement (voir tabl. XIX), car un F inférieur cor-



respondrait à une parthénocarpie supérieure à la présente.

Critique de la méthode: la faiblesse du moyen employé réside dans le fait que les valeurs F_t sont irréelles et entièrement liées au processus de la parthénocarpie, puisque Y est lui-même en relation directe et positive avec D (et par conséquent avec F' ou P).

TABLEAU XIX

	F_t (a)	F_t (b)	F_t (14)	F observé
<i>Musa acuminata</i> ssp. <i>burmannica</i>	2.006	2.071	5.270	4.800-5.000
Ibota (AAA)	1.968	2.007	3.250	2.600-3.000
Cavendish	1.936	1.955	2.580	± 2.300

Ces valeurs F_t sont indépendantes des génotypes AAA ou ABB, mais elles dépendent au contraire légèrement du génotype AAB Plantain, du fait que les

valeurs Y employées sont liées à D (par la régression Y en D). Et ce dernier facteur a été observé uniquement sur les plantains.

Une restriction s'impose donc : la formule future de P en F_t et E (voir § 3) ne pourra jamais être appliquée aux bananiers autres que les plantains, bien que cette formule donne une idée vague de ce qu'on peut attendre chez ces bananiers.

§ 3. — La régression multiple de P en F_t et E. Comparaison avec la formule (10).

Ne possédant pas suffisamment de données sur le poids moyen de la banane chez les bananiers non-plantains, nous avons employé d'abord la valeur L (longueur moyenne de la banane). Le tableau XX montre que l'influence de la parthénocarpie sur cette longueur domine nettement celle du génotype et qu'il ne faut pas faire appel ici à des moyens indirects pour éliminer cette dernière influence.

TABLEAU XX

Cultivar	L	F_t	E
1 Monganga	35,6	32	2,450
2 Libanga	26,5	293	0,750
3 Afati	26,4	1.531	0,280
4 Bosua	25,4	1.964	0,146
5 Okere	24,8	2.008	0,132
6 Otiti	23,0	1.803	0,230
7 Kocha	22,9	2.110	0,202
8 Cavendish	18,2	2.580	0,180
9 Red	17,3	2.939	0,085
10 Silk	15,8	2.850	0,149
11 Ibota	15,2	3.250	0,119
12 HB4	14,1	3.430	0,076
13 Musa acuminata ssp. "burmannica"	12,8	5.270	0,000

La régression multiple semble être exprimée le mieux par l'équation suivante :

$$L = 217,6 - 61,04 \log (F_t + 1000) + 8,1/(E + 0,3)$$

avec

$$\begin{aligned} R &= 0,9642^{\times\times} \\ rL.(F_t + 1000) &= -0,940^{\times\times} \\ rL.(1/(E + 0,3)) &= -0,865^{\times\times} \\ r(F_t + 1000) \ 1/(E + 0,3) &= 0,973^{\times\times} \end{aligned}$$

Pour les cultivars sans fleurs mâles (et où le facteur E n'existe donc pas) la formule devient :

$$L = 129,74 - 31,07 \log (F_t + 1000)$$

Puisque nous comptons appliquer ces équations uniquement sur les bananiers plantains, la formule (1) nous permet de remplacer L par P', ce qui donne respectivement :

$$P'' = 3.615 - 1.098 \log (F_t + 1000) + 145,7/(E + 0,3)$$

(15)

$$P'' = 2.035 - 559 \log (F_t + 1000) \quad (15 \text{ bis})$$

Maintenant qu'une équation assez compliquée a été trouvée pour exprimer l'interdépendance régnant entre P, F et E, il incombe de savoir si elle est supérieure à l'équation (10), c'est-à-dire si elle se rapproche plus de la réalité. Le tableau XXI réunit les don-

TABLEAU XXI

Cultivar	p observé	P' selon formule (10)	P'' selon formule (15)
Libanga	225	191,5	209,6
Afati	133	148,6	129,9
Bosua	149	135,1	129,7
Otiti	125	139,7	105,4
Kocha	127	131,3	70,2
Ifelete	192	174,8	197,2
Lokusu	314	202,9	248,6
Igbulu	353	366,6	352,1
Bokangasuka ..	374	596,2	354,8

nées : P est observé directement, P' déduit de la formule (10), P'' déduit de la formule (15), et ce pour neuf cultivars représentatifs. Le calcul des régressions linéaires nous donne :

$$P = 94,29 + 0,55 P' \quad \text{avec } r = 0,840^{\times\times}$$

$$P = 31,56 + 0,95 P'' \quad \text{avec } r = 0,972^{\times\times}$$

La comparaison des deux coefficients de régression suffit pour se rendre compte de la supériorité de la formule (15 ou 15 bis). Cette dernière n'est cependant pas idéale puisque la régression de P en P'' montre qu'il faudrait ajouter en moyenne 31 g au poids calculé pour se rapprocher de la valeur exacte. Des améliorations sont donc possibles.

Conclusions.

Plusieurs faits sont acquis :

1. L'hypertrophie des ovaires « mâles » joue un rôle dans le processus de la dégénérescence.

2. Le rôle de l'hypertrophie est cependant plus modeste que celui du nombre total de fleurs. Ce facteur E fait tempérer l'effet du facteur F.

3. Du fait que l'équation peut s'écrire comme suit : $F = aP + bE + c$, il devient très probable que l'hypertrophie des ovaires mâles et l'augmentation du poids moyen du doigt (hypertrophie de l'ovaire femelle) jouent un rôle analogue et quantitatif. Nous revenons ainsi à l'idée énoncée dans le chapitre précédent, à savoir : le bananier peut extérioriser son potentiel de production par une série d'équilibres entre la partie femelle et la partie mâle de son régime. Les cas extrêmes sont :

— d'une part la production de nombreuses petites bananes et d'un nombre considérable de fleurs mâles (*Musa acuminata*) ;

— d'autre part la production de quelques énormes bananes, en l'absence de tout autre fleur-mâle ou femelle (1).

La formule (15) nous indique que l'amplification de la parthénocarpie est compensée par une diminution dans le développement des autres parties florales. La formule peut être nommée : Règle de Compensation de la Parthénocarpie.

(1) Il est prudent de ne pas attacher une notion quantitative rigoureuse à cet équilibre, car dans ce cas il faudrait se demander pourquoi le poids total d'un régime de quelques grosses bananes est toujours inférieur au poids total d'un régime normal ! Il est possible que la notion « quantité » ne s'applique qu'aux auxines, et non aux hydrates de carbone et protéines mobilisés par ces substances de croissance.

ANNEXE I.

LISTE ALPHABÉTIQUE DES SYMBOLES EMPLOYÉS AVEC LEUR SIGNIFICATION

- B = nombre moyen de bananes par régime,
 D = diminution du nombre de bananes par main, le long de l'inflorescence,
 E = évolution de l'inclinaison de la droite de régression de G en R.
 F = nombre moyen de fleurs par inflorescence,
 F' = nombre de fleurs adapté à la taille de l'appareil végétatif,
 Ft = nombre théorique de fleurs, déduit de la formule (14),
 G = rapport « Longueur ovaire \times 100/longueur étamine principale »,
 L = longueur moyenne de la banane,
 M = nombre de mains par inflorescence (mains mâles + mains femelles),
 m = nombre de mains femelles,
 P = poids moyen de la banane,
 P' = poids moyen de la banane déduit de la formule (1),
 R = rang de la main sur l'inflorescence, compté à partir de la base de cette dernière,
 Rg = poids moyen de régime,
 S = rapport « (longueur moyenne d'une bractée \times 100)/largeur de la même bractée »,
 T = taille moyenne de l'appareil végétatif,
 Y = évolution du rythme de rétrécissement des bractées le long de l'inflorescence.

En ce qui concerne les symboles employés pour caractériser le génotype des bananiers (AA, AAA, AAB, ABB, etc.) il est très utile de consulter le livre *Bananas* de SIMMONDS, 1959.

(A suivre).

