

Contribution à l'étude du développement du Bananier nain ⁽¹⁾

I. Les étapes du développement

par **J. DUMAS**

INGÉNIEUR D'AGRONOMIE TROPICALE
LICENCIÉ ÈS SCIENCES
I. F. A. C.

On est frappé, quand on regarde vivre un bananier, par l'absence de ces manifestations qui accompagnent, même chez les autres Monocotylédones, le développement des plantes : telle plus particulièrement l'apparition de l'inflorescence ou le tallage.

La brutale pigmentation du cœur de l'ananas, l'émission des chaumes floraux des Graminées, permettent de distinguer aisément la phase de la vie de la plante à l'instant considéré. Cette distinction est plus nette encore chez les Dicotylédones, les Rosacées surtout, qui tiennent une si grande place en arboriculture. Là on peut suivre pas à pas l'évolution du futur fruit, depuis le pointement caractéristique de l'œil ou bourgeon, jusqu'à la nouaison et la transformation de l'ovaire en son état ultime.

Le bananier, par contre, ne nous présente que l'émission d'allure très homogène de nombreuses feuilles successives pendant les quatre cinquièmes de son existence.

Cette uniformité apparente est un handicap sérieux pour l'étude de nutrition dont nous sommes chargé puisqu'il nous manquait les manifestations qui, dans les études comparatives de l'agronomie, permettent de sonder un végétal à des époques de sa vie toujours identiques.

C'est ainsi que nous avons été conduit à rechercher les critères morphologiques, caractéristiques des trois phases par lesquelles passent classiquement tout végétal.

Ce travail s'est poursuivi de 1952 à 1954 à la Station Centrale des Cultures Fruitières de l'I. F. A. C. en Guinée, puis au Siège à Paris, pour l'étude des mesures.

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE ET DISCUSSION

I. — TRAVAUX SUR LA CROISSANCE

Ce domaine de la biologie a retenu l'attention des chercheurs depuis un demi-siècle environ.

La proposition la plus célèbre est celle de ROBERTSON (1908), qui, utilisant l'hypothèse de LOEB (1906) sur le processus autocatalytique de la synthèse des nucléines dans l'œuf en segmentation, admit un phéno-

mène analogue pour expliquer la croissance globale d'un organisme.

Il écrivit : $\frac{dx}{dt} = K(a-x)$,

où t = temps

x = poids de l'organisme à l'instant t .

A sa suite, de nombreux auteurs ont proposé plusieurs variantes; ROBERTSON, lui-même, voulant expliquer des croissances complexes « polycycliques »,

(1) *Synonymie* : *Musa nana* Lour. = *Musa Cavendishi* Lamb. = *Musa sinensis* Sweet.

admit que plusieurs réactions autocatalytiques pouvaient se superposer, représentées par plusieurs courbes composant la courbe globale traductrice du phénomène.

Comme le fait remarquer TEISSIER (1), il était hasardeux d'étendre la théorie de LOEB, qui s'appliquait à la synthèse d'un corps défini aux dépens d'une quantité limitée de substances formatrices, à un système aussi complexe qu'un organisme supérieur dans un système non clos.

Pour cet auteur, le succès qu'a rencontré dans la pratique la théorie de ROBERTSON est dû à la nature de sa courbe, qui est une logistique : dans un autre domaine, elle rend très bien compte de la croissance d'une population (VERHULST 1858), par exemple, et il est difficile d'invoquer là les phénomènes d'autocatalyse.

On peut se rendre compte de l'allure de cette courbe dans les exemples suivants empruntés à RAVAZ (3) (fig. 1) et à SIDERIS et KRAUS (4-5) (fig. 2-3), le premier à partir du rameau de vigne Aramon, les autres à partir du plant entier et du fruit d'Ananas comosus. Une telle courbe ne peut manquer d'évoquer un rapprochement avec la partie ascendante de la courbe de rendement de MISTCHERLICH.

La formule, pour cette partie ascendante, est :

$$y = A (1 - e^{-kx})$$

et à partir de celle-ci, ROUSSOPOULOS (6) retrouve, exprimée d'une autre manière, l'équation de ROBERTSON. Par ailleurs, ce même auteur démontre algébriquement (7) que la formule du rendement peut être directement rattachée aux formules de la cinétique chimique en admettant que les constantes cinétiques sont proportionnelles aux quantités des facteurs, ce qui ne traduirait pas autre chose que l'action catalytique de ces derniers dans la formation de la matière vivante ; il démontre également (7)-(8) l'action autocatalytique de la matière

vivante. On retrouverait ainsi le point de départ de la formule de ROBERTSON.

Croissance relative et allométrie.

Quoi qu'il en soit de la justification théorique de la formule de ROBERTSON, il faut bien constater qu'au moins dans les cas de croissance « monocyclique », elle rend compte des faits avec une bonne approximation. En particulier, K permet d'exprimer quantitativement le fait de croissance, c'est-à-dire essentiellement la vitesse à laquelle une certaine quantité de matière vivante s'élabore. On peut en faire une application immédiate en comparant le développement d'une variété dans des conditions de culture différentes, ou encore, de plusieurs variétés dans les mêmes conditions. Et ceci n'est certes pas négligeable.

Mais on avait besoin encore plus précisément d'un mode d'expression qui soit également qualitatif qui marqua avec netteté les modifications du rythme de croissance.

C'est ainsi que plusieurs chercheurs, dont surtout TEISSIER (1-2) (1931-1934) et HUXLEY (1932) eurent l'idée de faire abstraction du temps et de comparer entre eux le corps entier et une de ses parties ou deux de ses parties, la fonction temps était en quelque sorte « court-circuitée » et on se trouvait exclusivement en présence des modifications subies par chacun des organismes.

Ce type très particulier de croissance a été appelé *croissance relative* et on montre que les paramètres x , y d'un individu en cours de croissance sont liés par la relation :

$$y = b x^a$$

ou b et a sont des constantes.

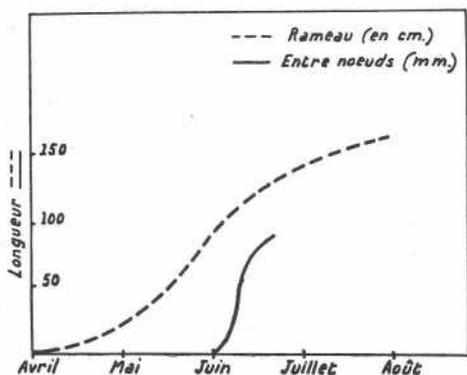


Fig. n° 1

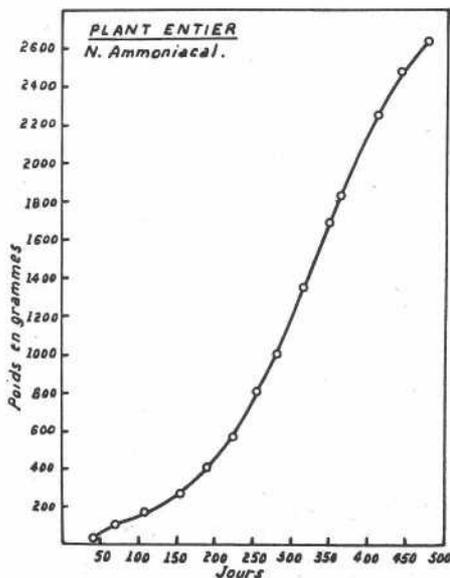


Fig. n° 2

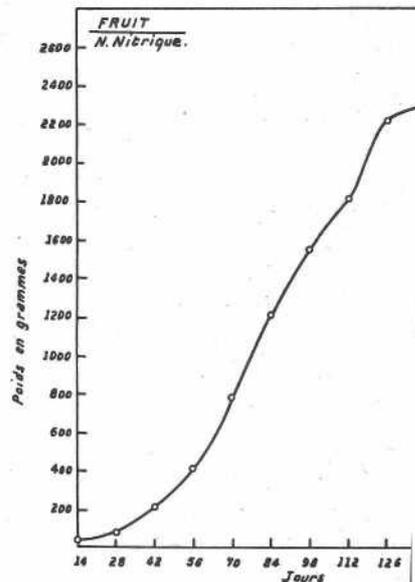


Fig. n° 3

On dit qu'il y a *dysharmonie* (CHAMPY) entre les paramètres.

On voit tout de suite qu'en coordonnées logarithmiques, l'arc de courbe puissance de la fonction se traduit par une droite de pente α : on l'appelle

droite d'allométrie si $\alpha > 1$ et un paramètre (Y) croît plus ou moins rapidement que l'autre (X).

droite d'isométrie si $\alpha = 1$ et Y croît comme X.

droite d'énantiométrie si $\alpha < 0$ et Y (ou X) diminue de dimensions quand X ou (Y) croît.

Cette pente α de la droite figurative du phénomène est la *constante de croissance* ; b qui représente la taille de l'organe y lorsque $x = 1$ est l'*indice origine*.

En général, les résultats obtenus par cette technique montrent et c'est là son intérêt :

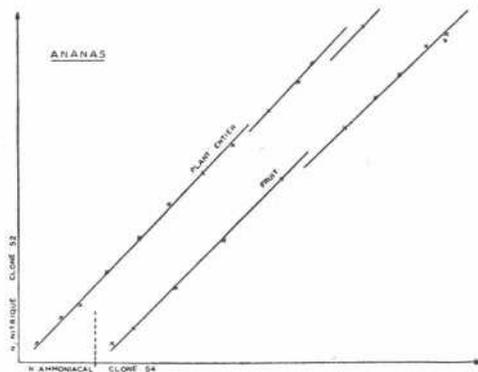


FIG. 4.

— que pour 2 paramètres x, y , la croissance doit être en général représentée par deux ou plusieurs fonctions, ce qui se traduit graphiquement par plusieurs segments de droite que séparent ou bien des points anguleux ou bien des discontinuités ;

— que pour la majorité des couples x, y points critiques et discontinuités se situent à la même époque traduisant ainsi une crise physiologique de l'individu : telle que mue, puberté, évolution de bourgeons végétatifs en bourgeons floraux, fécondation, etc.

Les travaux qui ont illustré cette méthode ont été effectués surtout par des zoologistes travaillant sur Crustacés, Insectes, Mammifères ; ils sont les premiers en date et de beaucoup les plus nombreux. Dans le règne végétal, on ne peut guère citer que MEUNIER (1936) utilisant les données d'autres auteurs et surtout SCHWARTZ et CUZIN (9) (1949) sur le tabac ;

HAMMOND (1941), puis STEPHENS (1944) sur le coton pour les plantes de grande culture.

En reprenant les chiffres donnés par SIDERIS et KRAUS sur Ananas, on trouvera sur les graphiques (fig. 4) une illustration de cette technique. On voit tout de suite une nette discontinuité dans les deux représentations, se situant approximativement vers le milieu de la vie de la plante et du fruit et que l'on pourrait peut-être faire correspondre au point d'inflexion des courbes de croissance absolue données par les auteurs. Il n'est pas douteux qu'on révèle ainsi une crise physiologique qui n'apparaissait pas dans le type ordinaire de représentation.

II. TRAVAUX SUR LE BANANIER

Il y a de nombreux travaux sur cette plante : travaux agronomiques d'une part, travaux de biologie d'autre part, où l'on peut distinguer d'abord les travaux d'anatomie, allemands pour la plupart, datant d'un demi-siècle environ, puis les travaux de génétique de l'école de Trinidad, commencés il y a environ 20 ans, qui se poursuivent actuellement. Citons, enfin, les ouvrages d'intérêt général de FAWCETT (10), KERVÉGAN (11), VON LOESECKE (12). Citons également un travail de BOUFFIL (1944).

Mais aucun n'avait manifesté le souci de décrire la vie de la plante et on peut dire qu'à l'issue d'une revue bibliographique sur le bananier, il était impossible de savoir comment il se développait.

Cependant, il y a 10 ans, un ouvrage australien de SUMMERVILLE (13) faisait état de cette question et approchait suffisamment le problème pour qu'il soit nécessaire de faire le point des résultats de cet auteur. Il conclut de la manière suivante en ce qui concerne le développement du bananier :

— **Premier stade** ; entièrement végétatif, qui va du début du développement de la plante à l'initiation de l'inflorescence. Il se divise en deux sous-stades :

— le premier, dit de formation, court, d'intense activité de développement, caractérisé par la quantité de tissu méristématique formé ;

— le second, gouverné par des facteurs internes, donc dépendant du premier, mais aussi des facteurs externes. Il se caractérise par la constitution, à l'issue de ce sous-stade, de la moitié de la surface foliaire de la plante.

— **Deuxième stade** ; les organes floraux se forment et aucune ébauche foliaire ne se différenciera.

Les feuilles préformées poursuivent leur croissance : dans tous les cas, il en reste de 8 à 11.

— **Troisième stade** ; il commence quand la dernière feuille se déroule et que l'inflorescence est émise, il se termine à la fin de l'évolution du régime.

A cette lecture, une conclusion s'impose immédiatement : placé devant un bananier, il est impossible à un observateur de dire à quelle étape de son développement se trouve la plante, sauf évidemment après la sortie de l'inflorescence ; cette spectaculaire manifestation constituant la seule limite nette proposée.

Par ailleurs, si les trois stades classiques sont décrits comme on pouvait s'y attendre, on ne voit pas très bien ce qui caractérise les sous-stades de la phase végétative.

De plus, si on considère le facteur qui a servi de base à cette étude, *la surface foliaire*, on constate que :

— l'auteur estime qu'elle n'est pas sous la dépendance directe des facteurs de la nutrition ;

— ce paramètre, porté en ordonnée, et le numéro de la feuille en abscisse, ainsi que l'indique l'auteur, ne donnent pas des résultats superposables. Par exemple, le début du deuxième stade, caractérisé indirectement par le nombre de feuilles en cours de développement et figuré par un trait sur chaque graphique, correspond

indifféremment à un point bas, à un point quelconque d'un segment de droite traduisant une augmentation ou une diminution de surface, ou même à une valeur maxima de la courbe ;

— la moitié de la surface foliaire qui caractériserait la fin de la première phase, ne coïncide jamais avec ce déclenchement et se trouve toujours au début des courbes dans des situations d'ailleurs variables ;

— ces courbes sont marquées par de grandes irrégularités et il est bien difficile d'y reconnaître les phases et sous-stades décrits.

Enfin, avec le paramètre T_s (obtenu en affectant chaque feuille du produit : surface foliaire \times durée horaire d'insolation \times température moyenne et en additionnant les chiffres de toutes les feuilles de chaque bananier) et le temps, on obtient des courbes peu caractéristiques ou d'une part le déclenchement de l'inflorescence, figuré sur les courbes, ne coïncide jamais avec un accident quelconque, ou, d'autre part, leurs accidents ne se superposent pas.

En conséquence, les limites et les caractéristiques des phases et sous-phases proposées par l'auteur sont peu précises et il semble bien qu'elles soient insuffisamment étayées.

TRAVAUX EXÉCUTÉS

I. DESCRIPTION SUCCINCTE

Rappelons que le bananier nain est théoriquement constitué d'une tige, qui est le rhizome, d'où naîtront sur la moitié inférieure environ, les racines et sur le « plateau » supérieur les feuilles, puis l'inflorescence.

On a donc une tige souterraine qui, à l'instant considéré, est constituée par le rhizome actif et, le plus souvent, par le rhizome parent qui lui a donné naissance, devenu rabougri. Mais, dans le temps, on peut considérer que cette tige est faite de la juxtaposition successive et discontinue de rhizomes descendant soit les uns des autres, soit pour plusieurs d'entre eux d'un seul parent : sa croissance est donc multipolaire et de géotropisme nul. Chacune des unités émises élaborera une inflorescence complexe portée par une longue hampe florale et, au terme de son évolution, le plant entier dépérira et disparaîtra. Si bien qu'on peut repré-

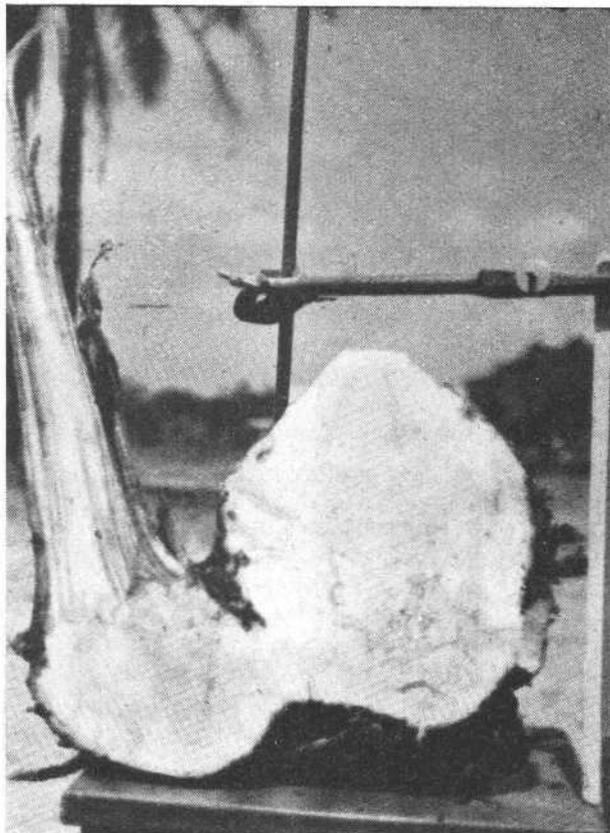


Fig. 6. — Coupe à travers un rhizome et son rejet : le rhizome père a été coupé au stade de la 25^e feuille. On remarque le collet bien différencié, ainsi que la partie centrale abondamment vascularisée de la souche (Cliché J. Dumas).

senter schématiquement un bananier de la manière suivante (Fig. 5). Ce type de développement est assez fréquemment rencontré dans la nature : citons le Sceau de Salomon, les Fougères, entre autres.

Au début de sa vie, la plante est donc représentée par un *rejet* : c'est un petit rhizome, émanant du rhizome paternel souterrain, coiffé par tout un ensemble d'écaillés turgescentes, fortement pigmentées de rouge, protégeant le méristème apical. Celui-ci est doué d'une grande activité : il va créer des écaillés de plus en plus allongées, au point que certaines d'entre elles vont présenter à leur extrémité une nervure centrale érigée, d'abord bordée d'un liseré chlorophyllien, qui ne va pas tarder à devenir un limbe.

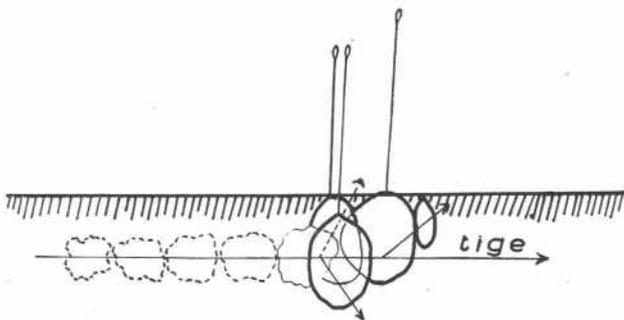


FIG. 5.

On a donc typiquement, attachée au rhizome, une partie fortement engainante, verticale, qui s'amincit vers le sommet en devenant oblique par rapport à l'axe de la plante et s'orne d'un limbe chlorophyllien de plus en plus large dans la succession des émissions.

C'est l'ensemble de ces gaines, émanations foliaires, qui constitue le *faux tronc* ou *stipe*. Chacune de ces formations naît à l'intérieur de la précédente qu'elle repousse vers l'extérieur en se développant, les plus vieilles d'entre elles seront écartées du stipe, se dessècheront et mourront.

Ainsi que le montrent les figures 7 et 8, les feuilles du bananier nain sont disposées le long de deux hélices, très étroitement contiguës pendant la majeure partie du développement. Cette distichie se manifeste très nettement sur les bananiers ayant végété dans des conditions défavorables quelconques et souffrant d'un « engorgement ». Elle est encore plus nette chez une autre Musacée, le *Ravenala*, où les feuilles se disposent de part et d'autre de l'axe central, sur un même plan.

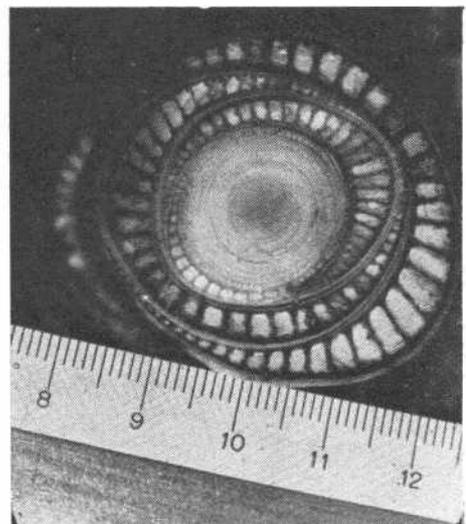
Selon la théorie de PLANTEFOL, le point végétatif comporterait alors deux centres générateurs de feuilles chez le bananier nain.

A un certain moment de la vie de la plante, le rhi-

FIG. 7. — Tige débarrassée des limbes foliaires : les gaines se présentent bien distribuées sur deux hélices. Au sommet une feuille encore enroulée qui allait sortir (Cliché J. Dumas).



FIG. 8. — Coupe montrant la constitution du stipe (Cliché J. Dumas).



zome, qui jusque-là s'est borné à croître dans les trois dimensions, va entreprendre une croissance en hauteur, prenant une allure plus ou moins lagéniforme. A son sommet, l'inflorescence se différencie et, dès lors, sa croissance en hauteur va s'accélérer pour donner naissance à une colonne, la hampe florale, interne soulignons-le, où s'attachent, très visiblement, les dernières feuilles et à l'extrémité de laquelle est portée l'inflorescence. Sa fonction de soutien paraît des plus réduites et elle constitue surtout un canal pour le courant de sève qui circule dans de nombreux faisceaux libéro-ligneux dont la stèle a éclaté.

L'inflorescence se développe donc à l'intérieur de la



plante et le caractère sexuel des fleurs, réunies en *ains*, toutes potentiellement hermaphrodites (SUMMERVILLE), se précise : les premières fleurs sont à dominance femelle : elles donneront les fruits commercialisables ; puis, dans certains cas, des fleurs typiquement hermaphrodites se forment ; enfin, on trouve les fleurs à dominance mâle.

L'inflorescence croît activement, les ovaires grossissent parthénocarpiquement et la poussée en hauteur s'accélérate, le petit régime, écartant les gaines, apparaît entre les feuilles au sommet du stipe. Il se présente sous la forme d'un gros « bourgeon », protégé par de fortes bractées pigmentées. Son propre poids le fait courber vers le sol : les bractées s'écartent, tout au moins les bractées proximales, laissant apparaître à leur aisselle les mains bien développées, puis tombent. Seules les fleurs à dominance femelle, sur 6 à 12 rangs, accumulent des réserves hydrocarbonées ; les autres fleurs n'ont qu'un développement rudimentaire. Le fruit achève donc sa croissance à l'extérieur : il s'allonge et grossit en s'arrondissant, son aspect triangulaire devient de moins en moins accusé et au terme de son évolution, les trois « cotes » sont peu apparentes.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

A) Matériel.

Nous avons utilisé 4 parcelles plantées de bananiers nains en Mai, parcelles d'un essai où nous nous pro-

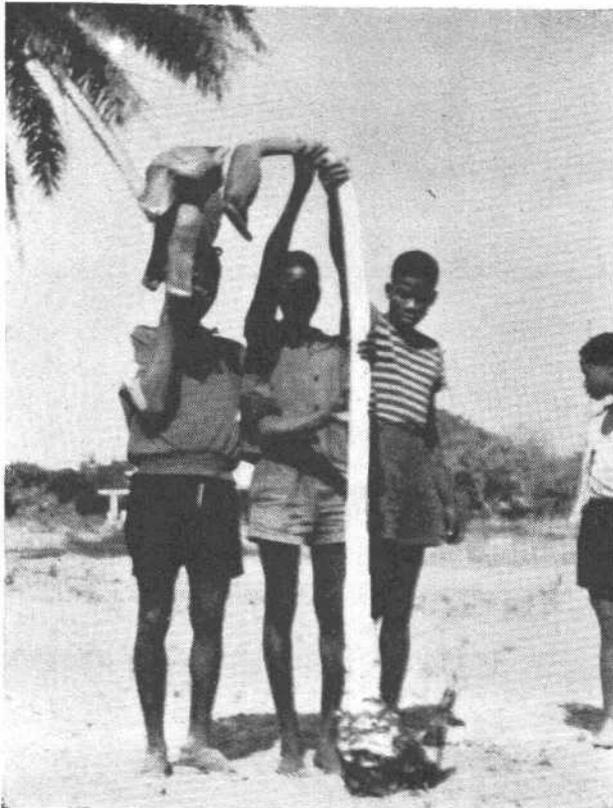


FIG. 9. — Dissection au niveau de la 20^e feuille : remarquer l'engainement et la pigmentation

FIG. 10. → Dissection au niveau de la plus grande feuille (ici la 25^e feuille) : la pigmentation des gaines a disparu.

FIG. 11. — Dissection au niveau du régime : la hampe apparaît laissant nettement voir la trace des gaines

(Cliché J. Dumas).



positions d'étudier les effets combinés du matériel de plantation : le poids des souches, et de quatre dates de plantation sur la récolte du bananier nain.

Les souches étaient réparties dans toutes les parcelles en 8 lignes suivant leur poids, chaque ligne comportait 9 souches de poids de même classe : 5-7,5-10-12,5-15-17,5-20-22,5 kg.

Pour diverses causes, nous n'eûmes plus en fin d'expérience que 202 bananiers, de premier cycle, c'est-à-dire issus de rhizomes et non de plantes entières, qui ont servi à cette étude.

B) Méthodes.

Nous avons utilisé les deux méthodes d'études de la croissance, celle de ROBERTSON et celle de TEISSIER, croissance globale et croissance relative. C'est de loin la méthode de TEISSIER qui nous a donné le plus de résultats.

A la suite de SCHWARTZ et col. nous avons utilisé à côté des techniques de croissance relative typique, une méthode où un élément morphologique quelconque est porté en fonction du numéro d'ordre de feuilles successives. Malgré son caractère quelque peu aberrant, elle s'est révélée dans la pratique très fertile.

Les représentations sont faites en coordonnées logarithmiques pour la croissance relative puisqu'on y étudie beaucoup plus les proportions relatives de variations des paramètres que leur valeur absolue.

Les paramètres.

Nous en avons choisi le plus grand nombre possible, mais le plus significatif d'entre eux, le poids, celui qui traduit le mieux le fait de croissance, c'est-à-dire l'élaboration de la matière totale de la plante



FIG. 13. ↑

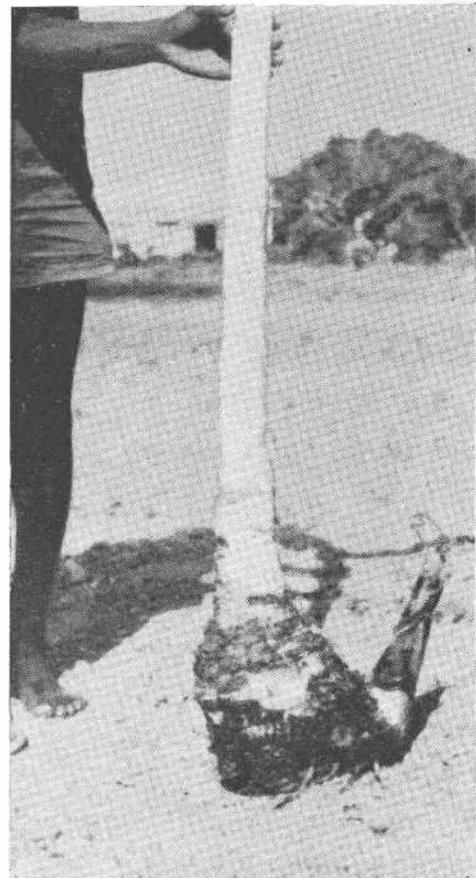


FIG. 12. →



FIG. 12-13. — Dissection au niveau du régime : la hampe apparaît laissant nettement voir la trace des gaines. Remarquer le « collet » sur la fig. 12.

← FIG. 14. Coupe à travers la hampe : remarquer le collet et les traces des gaines

(Clichés J. Dumas).

n'a pas pu être retenu : il exige évidemment le sacrifice du sujet et de ce fait d'amples moyens pour annuler les variations entre échantillons, moyens dont l'absence a fait avorter notre tentative pour obtenir ce paramètre.

Hauteur et circonférence du stipe.

Ces deux critères morphologiques doivent exprimer quantitativement la croissance. Il faut remarquer cependant qu'ils font abstraction de la notion de densité de matière synthétisée ; de plus, dans le cas du bananier, contrairement à bien d'autres plantes, ce n'est pas une tige vraie, création continue que l'on mesure, mais l'emboîtement d'éléments successifs, donc discontinus, de valeur foliaire indéniable et non caulinaire par conséquent.

La hauteur est mesurée en choisissant comme origine le niveau du sol. Le caractère arbitraire de ce choix ne nous a pas échappé : il est évident qu'il aurait fallu effectuer les mesures au-dessus du rhizome, mais on devait alors déterrer partiellement chaque pied et les garder ainsi, car aucun marquage n'est possible chez cette plante, où pendant une bonne partie de la vie, un certain nombre de pièces disparaissent. Le point distal fut à l'intersection des pétioles des deux dernières feuilles émises.

La circonférence est mesurée à 20 cm au-dessus du sol. Comme nous le remarquons plus haut, une dizaine de feuilles adultes environ disparaissent avec leur gaine dont le nombre, à un instant donné, peut varier de plusieurs unités pour des pieds parvenus à un même stade foliaire.

Longueur et largeur des feuilles.

Ce sont les paramètres mesurables avec le plus de précisions.

La longueur est celle du demi-limbe recouvrant dans la préfoliation. La largeur est la distance maxima entre deux points de la limite externe des deux demi-limbes choisie perpendiculairement à la nervure centrale.

Le choix des feuilles appelle deux remarques :

— On ne peut pas, chez le bananier, assister à leur croissance : c'est à l'état adulte que la feuille est complètement déroulée et ceci contraint à examiner la succession de leurs émissions ; c'est donc le feuillage qui est étudié dans son développement.

— On ne doit pas s'attendre a priori à trouver par le feuillage une expression quantitative de la croissance globale, mais seulement la traduction, dans le gradient des dimensions des feuilles successives, des crises physiologiques que la plante a pu traverser.

Cette conception théorique est étayée indirectement

par les résultats de SUMMERVILLE qui a montré que la surface foliaire du bananier ne dépend pas directement des facteurs de la nutrition.

Hauteur d'insertion des gaines foliaires.

Ce paramètre ne peut être mesuré qu'à partir de la 12^e feuille environ : au-dessous, aucune mesure précise ne peut être faite ; au-dessus, la hampe commence à se différencier ; les gaines sont alors fixées sur elle, d'abord rapprochées les unes des autres, puis de plus en plus éloignées.

Temps.

C'est le nombre de jours séparant le complet déroulement de chaque feuille de la date du déroulement de la première.

La première feuille.

La nécessité de fixer une origine est évidente. Mais nous avons vu que la feuille se présente d'abord sous forme d'une nervure bordée d'un mince liséré chlorophyllien, qui va croître en longueur avec la nervure centrale, mais beaucoup plus vite en largeur au fur et à mesure de la succession des émissions feuillées.

Ces émissions s'étalent pour la longueur de quelques centimètres à 170 cm environ. Il fallait donc choisir l'origine en lui donnant un caractère aussi biologique que possible qui évite les écueils d'une détermination arbitraire.

Nous avons convenu de nous baser sur l'indice foliaire, caractéristique de la variété qui est 2,10 d'après SIMMONDS (14) et dont nous confirmons la valeur représentative. La première feuille se définit donc comme celle dont l'indice foliaire dans la succession des émissions atteint pour la première fois cette valeur. Nous y ajoutons qu'elle doit avoir au moins 50 cm de longueur afin d'éliminer les feuilles manifestement trop petites, qui peuvent quelquefois présenter un tel indice dans une période d'extrême jeunesse de la plante.

III. RÉSULTATS

A considérer les tableaux exposant l'ensemble des mesures, une première constatation s'est imposée : le nombre des feuilles adultes émises par un bananier varie dans d'assez grandes proportions. Sur la figure 25 est portée la distribution des sujets étudiés en fonction de ce paramètre.

On remarque tout de suite une distribution secondaire, nettement distincte de la distribution princi-

pale et constituée par les sujets à grand nombre de feuilles : 33 à 38. On remarque également, mais rattaché à la distribution principale, un individu à feuillage restreint : 23 feuilles adultes.

Ces constatations nous ont amené, pour conserver une bonne homogénéité aux représentations, à étudier les bananiers classés suivant le nombre de feuilles adultes émises au cours de leur existence et nous aurons alors 16 courbes pour représenter chaque paramètre*.

Enfin, pour chaque paramètre, nous avons tracé la courbe de croissance du bananier moyen à partir des bananiers à 28, 29, 30, 31 feuilles

Hauteur et circonférence du stipe.

Pour ces deux paramètres les courbes montrent généralement trois parties nettement distinctes séparées par des points anguleux très marqués (fig. 26-27).

— Une partie inférieure s'arrêtant vers la 6^e feuille traduisant une croissance relativement lente.

— Une partie médiane, allant de la 6^e feuille à la 20^e feuille, faisant avec la droite précédente un angle $> 90^\circ$ et montrant un rythme de croissance nettement plus rapide. Cette partie médiane se subdivise généralement en 2 droites se croisant sous un angle très faible, au niveau de la 12^e feuille.

— Une partie supérieure, allant de la 20^e feuille à la dernière, faisant avec la droite précédente un angle $< 90^\circ$ et traduisant à nouveau pour le stipe une croissance ralentie.

(*) Pour tous les paramètres, le rang des feuilles est porté en ordonnée et le paramètre étudié en abscisse. Afin d'éviter les superpositions de graphiques, nous avons dû déplacer de 5 cm l'origine des abscisses de chaque courbe.

N. B. — A cause de leur longueur, les graphiques d'allométrie ont du être scindés en 2 : bananiers de classe 23 à 30 et bananiers de classe 31 à 38.

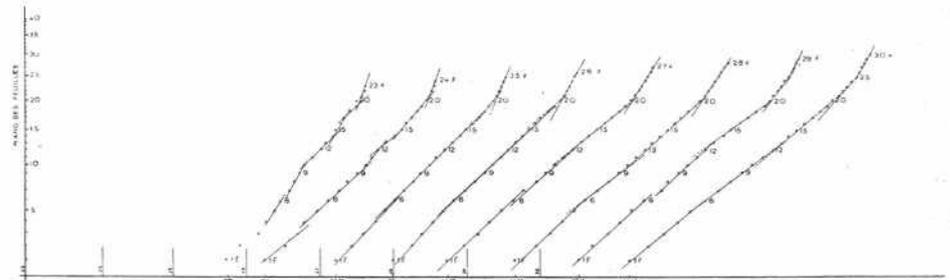
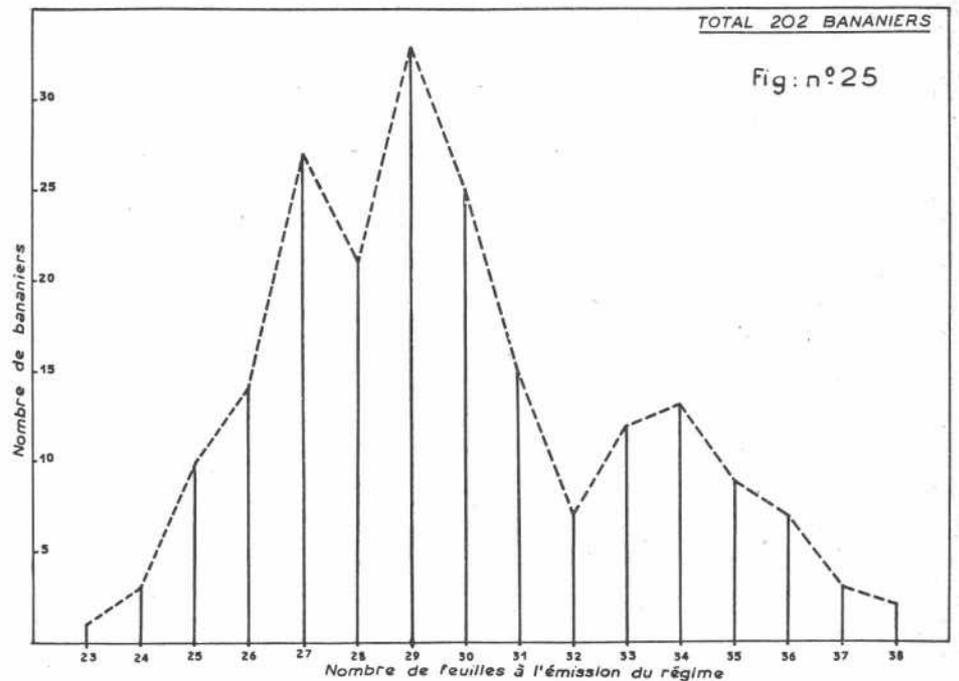


Fig: n° 26

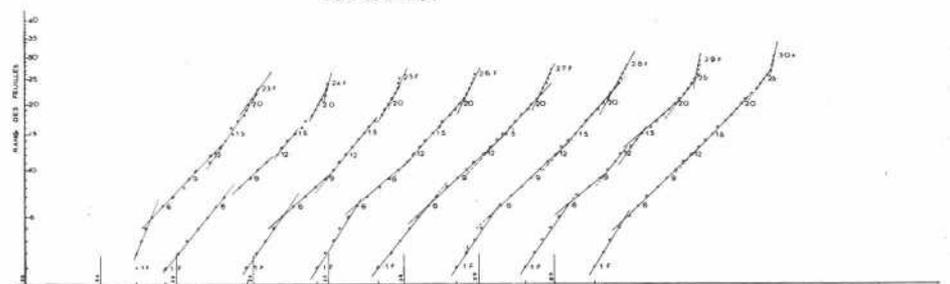
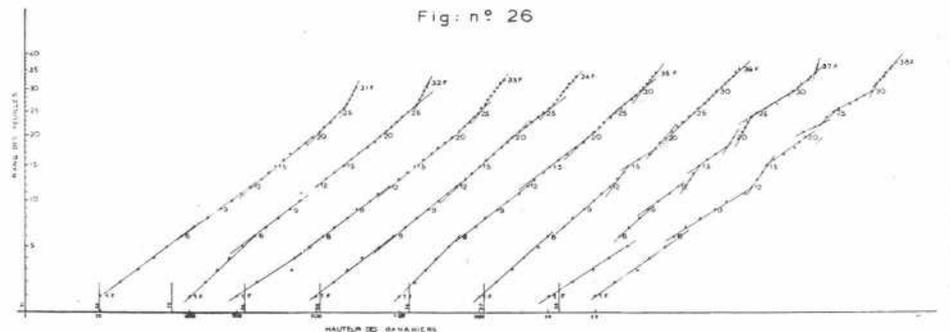
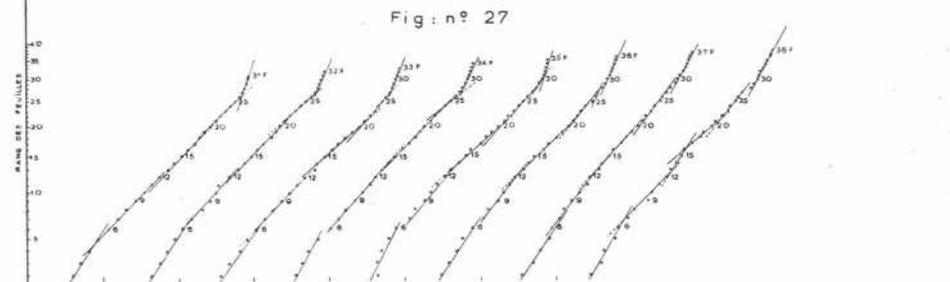


Fig: n° 27



Cette partie supérieure se divise généralement en deux parties secondaires marquant des rythmes de croissance de plus en plus faibles.

Pour les premières classes de bananiers on ne trouve pas là ces divisions secondaires.

Si les accidents se rencontrent sous la forme de points anguleux avec une excellente régularité aux niveaux foliaires indiqués, par contre ils peuvent quelquefois se manifester différemment, plus précieusement par des discontinuités.

En ce qui concerne la hauteur, on rencontre de telles discontinuités au niveau de la 6^e feuille pour les bananiers des classes 24, 34, 35 et 36. De même au niveau de la 20^e feuille pour 25, 30, 36, 37 et 38.

D'une manière générale on peut remarquer que les représentations des bananiers situés au début et à la fin de la distribution générale de l'essai présentent de nombreuses aberrances par rapport au type moyen (fig. 39 a-b).

Enfin on remarquera que plus les bananiers portent de feuilles, plus la hauteur et la circonférence, prises aux mêmes stades foliaires, ont des dimensions faibles (fig. 35 b-c).

Longueur et largeur des feuilles.

On a pour ces deux paramètres quatre droites et les accidents qui les délimitent sont ici des discontinuités. On rencontre donc, de la première à la dernière feuille (fig. 28-29) :

— Une partie inférieure s'arrêtant vers la 6^e feuille traduisant une croissance très rapide pour la longueur, plus lente pour la largeur ; elle se subdivise, le plus souvent, en deux parties.

— Une partie médiane, allant de la 6^e feuille à la 20^e feuille, séparée de la précédente par une discontinuité, traduisant pour la longueur, une modification très nette du rythme de croissance qui est très ralenti. Pour les deux paramètres cette partie se subdivise en deux et les deux portions s'articulent au niveau de la 12^e feuille.

— Une partie supérieure, séparée de la précédente au niveau de la 20^e feuille par une discontinuité et exprimant une croissance encore plus lente.

— Enfin, une partie terminale qui s'infléchit vers l'ordonnée faisant avec la droite précédente un angle $> 180^\circ$, traduisant la diminution des dimensions des dernières feuilles, 3 à 5, émises par le bananier. Ce point anguleux se situe généralement aux environs de la 25^e feuille.

Notons que cette diminution apparaît de moins en moins nettement à ce niveau au fur et à mesure qu'on s'avance vers les bananiers à plus grand nombre de feuilles : les bananiers des classes 33, 34 font le passage vers les classes supérieures

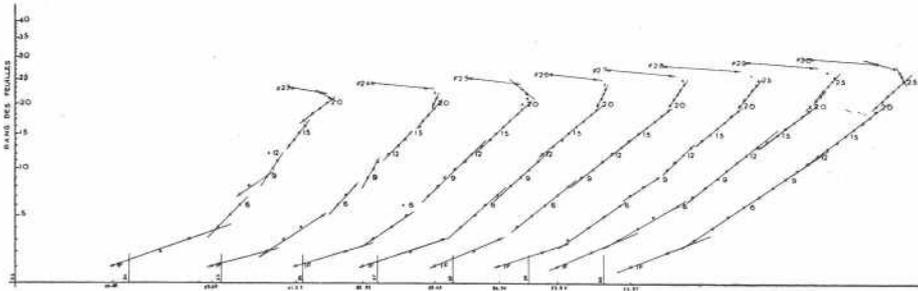


Fig n° 28

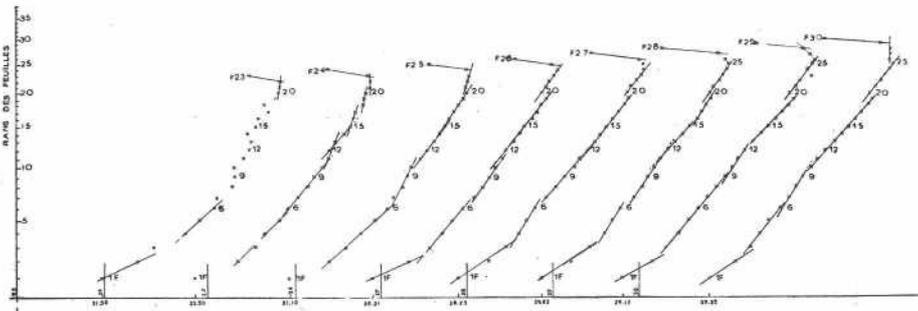
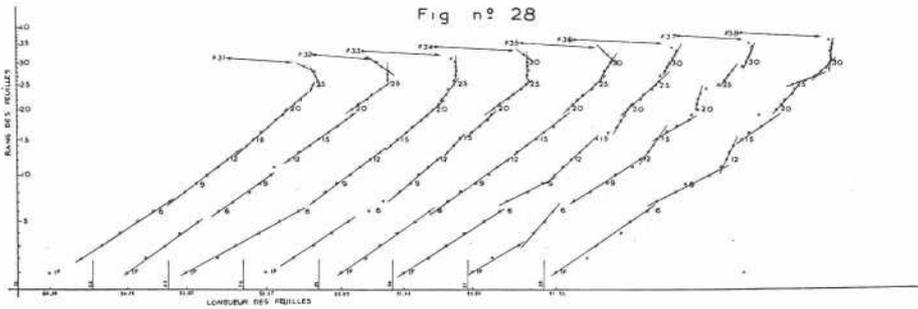
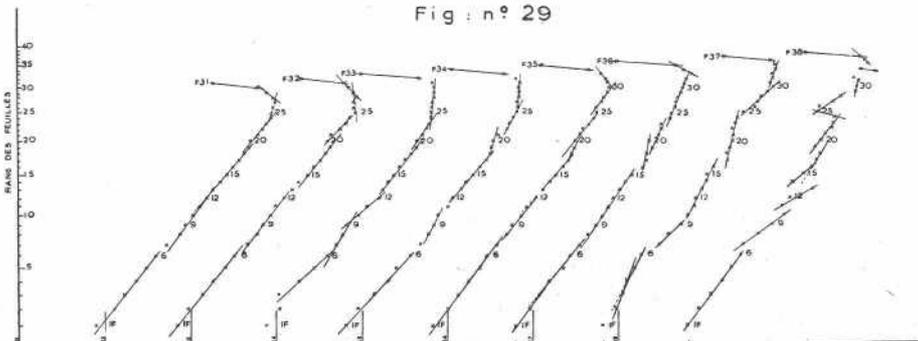


Fig n° 29



où les feuilles continuent à croître, peu il est vrai, au-delà de la 25^e feuille pour ne diminuer qu'à partir des feuilles 30, 33, 34 et 35 pour les classes 35, 36, 37 et 38.

Remarquons que, comme pour les paramètres du stipe, les représentations des bananiers situés aux extrémités de la distribution générale de l'essai présentent un certain nombre de variations par rapport au type moyen (fig. 39 *c, d*), tout en restant dans l'ensemble conformes à ce type. Dans l'ensemble, ces variations se présentent sous la forme de points anguleux s'intercalant entre les accidents déjà définis : ils sont nombreux chez les bananiers des classes 23, 24, 26, 37, 38 et accusent sans doute la tendance chez les bananiers des classes moyennes vers la formation des portions de droites distinctes pour chaque groupe de 3 feuilles.

Et comme précédemment, les paramètres des feuilles de même rang diminuent en fonction de la classe des bananiers (fig. 35 *a-d*).

Enfin nous avons contrôlé que les courbes obtenues à partir des feuilles successives de chacune des deux hélices n'ont rien d'original et n'apportent aucun élément nouveau.

Hauteur d'insertion des gaines.

L'obligation de disséquer les bananiers ne nous permet pas de présenter un grand nombre d'exemples : nous n'avons que 3 sujets (fig. 30) ; mais on voit tout de suite l'identité des courbes représentatives avec l'importante discontinuité au niveau de la 20^e feuille et un point anguleux très net au niveau de la feuille la plus grande que nous figurons sur le graphique par L et une flèche descendante pour montrer que les feuilles suivantes ont décliné en longueur et en largeur.

Enfin notons au niveau de la 15^e feuille une discontinuité toujours très nette.

Temps.

Les courbes peuvent se rattacher à une sigmoïde : ce serait alors des sigmoïdes très amorties et la concordance avec la courbe de ROBERTSON n'est pas bonne tant au début qu'à la fin des représentations (fig. 31-32).

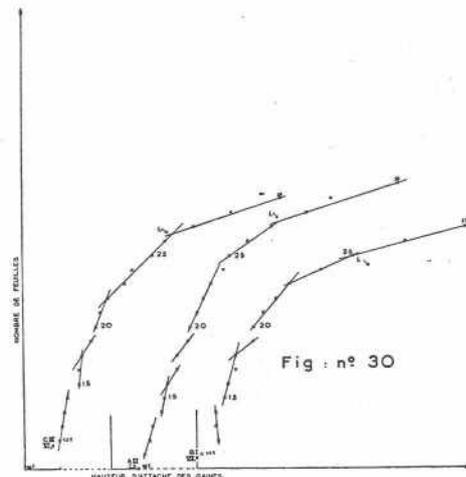
On remarque que la pente des droites diminue avec le nombre de feuilles émises par les bananiers et la figure 35 *e* exprime cette variation très clairement pour les bananiers à grand nombre de feuilles : on y voit notamment le nombre de jours nécessaires au déroulement de chaque feuille croître tant en fonction de la classe des bananiers qu'en fonction du rang des feuilles.

Allométrie vraie.

Ainsi qu'on l'a remarqué, les représentations dont il s'est agi ont été faites en portant le numéro d'ordre des feuilles en ordonnée : ce n'est pas là un procédé classique d'étude allométrique, comme celle que nous allons présenter maintenant, avec d'une part des graphiques $\frac{\text{hauteur}}{\text{longueur}}$, d'autre part des graphiques $\frac{\text{largeur}}{\text{longueur}}$.

TABLEAU I. *Pente des droites d'allométrie.*

CLASSE DES BANANIER S	PREMIÈRE DROITE DES FEUILLES 1 à 6	DEUXIÈME DROITE DES FEUILLES 7 à 12	TROISIÈME DROITE DES FEUILLES 13 à 19	QUATRIÈME DROITE DES FEUILLES 20 à 25
23	0.660	0.811	1.056	
24	0.705	1.161	1.269	
25	0.747	1.126	1.158	
26	0.694	1.178	1.153	
27	0.845	1.070	1.164	
28	0.765	1.129	1.142	1.246
29	0.812	1.064	1.214	1.196
30	0.907	1.128	1.206	1.089
31	0.964	1.118	1.216	1.338
32	0.969	1.130	1.158	1.018
33	0.954	1.108	1.200	1.600
34	0.993	1.167	1.150	1.117
35	0.908	1.052	1.246	1.007
36	1.008	0.940	1.184	1.232
37	1.424	0.960	1.126	0.775
38	1.042	1.1014	1.172	2.222



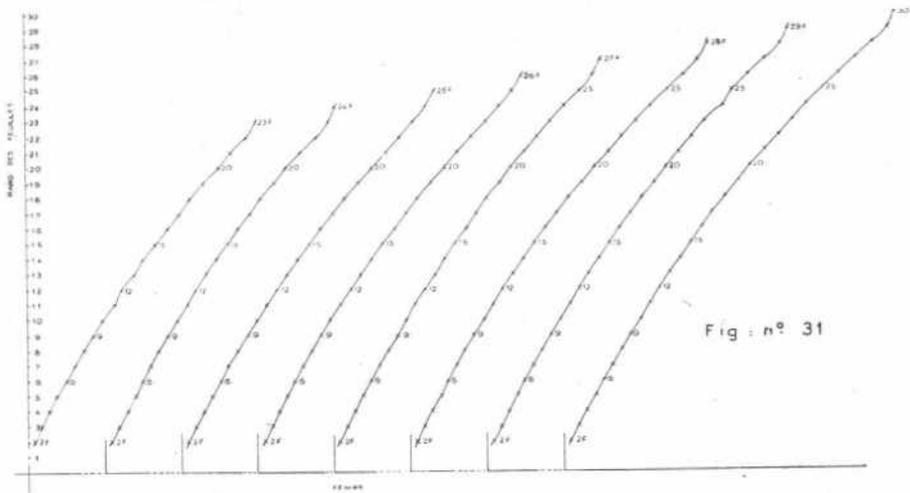


Fig : n° 31

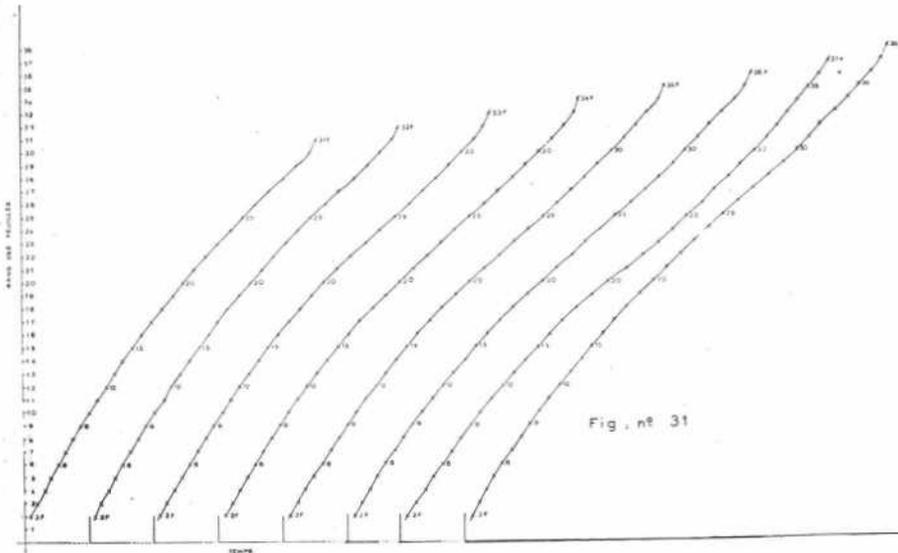


Fig. n° 31

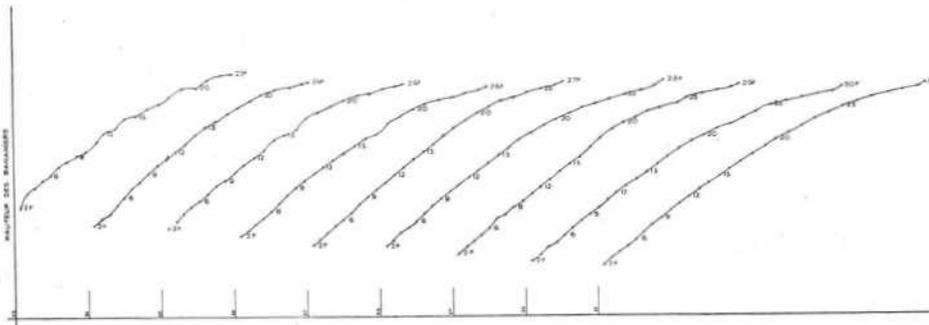
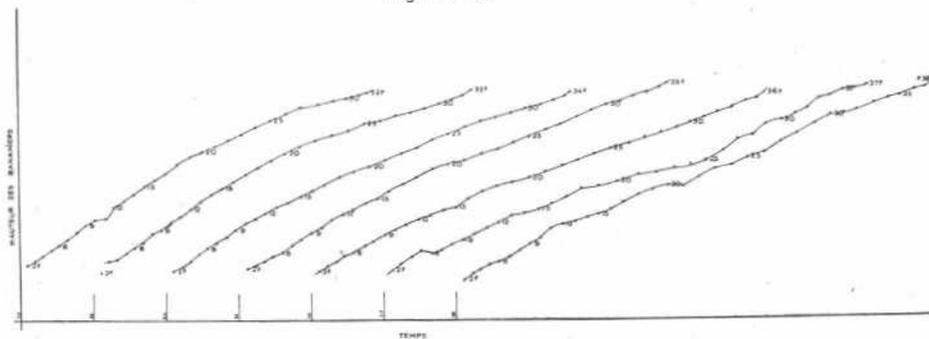


Fig : n° 32



Les graphiques allométriques hauteur $\frac{\text{hauteur}}{\text{longueur}}$ confirment (fig. 33) les résultats précédemment énoncés.

Une discontinuité au niveau de la 20^e feuille et un point anguleux très accusé vers la fin de la vie du bananier délimitent 3 portions bien distinctes des courbes.

Dans la première on trouve 3 droites de pente différente séparées par des points anguleux ou des discontinuités : d'abord une droite de pente < 1 , puis des droites de pente > 1 et généralement croissantes.

Le tableau 1 donne les pentes de chacune de ces droites. On voit que l'on a avec une bonne régularité des pentes croissantes ; enfin, la pente de la première droite croît à peu près régulièrement avec le nombre de feuilles émises par le bananier.

A titre de comparaison, voici dans le même ordre, les pentes des différentes droites, pour le bananier moyen caractéristique de l'essai : 0,711, 1,104, 1,190, 1,276.

La deuxième portion de la courbe devient de plus en plus longue au fur et à mesure que l'on rencontre des bananiers à plus grand nombre de feuilles et à la faveur de cet accroissement se révéleraient deux droites avant d'atteindre la dernière portion, nettement énantiométrique.

Là, comme ailleurs, les bananiers, situés aux extrémités de la distribution des sujets de l'essai, présentent un certain nombre d'irrégularités dans leurs droites représentatives.

Les graphiques allométriques largeur $\frac{\text{largeur}}{\text{longueur}}$ sont d'une lecture difficile, car très confus. Aussi ne donnons-nous que la courbe du bananier moyen (fig. 34), typique de l'essai, obtenu à partir des bananiers des classes 27, 28, 29, 30, 31. Avec ces 2 paramètres, SCHWARTZ et col. (9) avaient rencontré des difficultés identiques.

Il apparaît très nettement deux discontinuités au niveau des 6^e et 20^e feuilles et un point anguleux remarquablement accusé au niveau de la 25^e feuille. Également une discontinuité à la 15^e feuille.

La diminution des dimensions des feuilles est très marquée sur ce graphique, puisqu'on a 2 paramètres variant dans les mêmes conditions.

Évolution des paramètres en fonction de la classe des bananiers.

Nous avons déjà constaté cette évolution au cours de l'étude de chaque paramètre et la figure 35 l'explique. Il n'est pas douteux que les dimensions du stipe et des feuilles ne diminuent au fur et à mesure qu'on avance vers les bananiers à plus grand nombre de feuilles et cette diminution est d'autant plus nette que le rang des feuilles est plus élevé.

C'est ainsi que pour certains paramètres comme la largeur ou la circonférence, la réduction des dimensions au stade de la 1^{re} feuille est des plus discrètes ; pour d'autres comme la longueur ou la hauteur, elle est déjà très nette dès ce stade. Au-delà de la 12^e feuille la diminution des dimensions est toujours importante.

Pour le temps l'évolution est en sens inverse et peu sensible jusqu'au stade de la 12^e feuille, au-delà elle

est très nette et accusée surtout pour les bananiers à grand nombre de feuilles.

D'ailleurs, il ressort de l'examen des graphiques de la figure 35 que la séparation entre la distribution principale et la distribution secondaire des bananiers de l'essai se retrouve ici sous une autre forme : la diminution des dimensions déjà signalée devient moins importante pour les bananiers de la distribution secondaire. Par contre le temps est nettement accru pour ces derniers et ceci dès les stades les plus jeunes. Un trait vertical matérialise sur les graphiques la frontière entre les deux distributions.

IV. INTERPRÉTATIONS

Le tableau II nous montre qu'entre la troisième et la quatrième droite, au niveau de la 20^e feuille, le bananier subit de profondes modifications dans son développement : dans six représentations sur sept on trouve une discontinuité à ce niveau et cet accident marque un changement radical, comme un état nouveau du sujet.

A ce stade nous sommes près de l'émission de la dernière feuille : il peut encore sortir de 3 à 18 feuilles nouvelles, mais beaucoup plus fréquemment (plus de 60 % des cas) de 6 à 11 (voir figure 36). Or les travaux de SUMMERVILLE sur le développement de l'inflorescence, confirmés par ALEXANDROWICZ (1954), ont montré que le nombre de feuilles immatures, les dernières formées, est précisément de 6 à 11 au moment où naissent les ébauches florales.

De plus, des dissections nous ont fait voir des inflorescences différenciées au-delà de la 20^e feuille mais jamais à un niveau inférieur, par exemple vers la 12^e feuille où on rencontre régulièrement un point anguleux, marquant une modification du rythme de croissance.

Donc, c'est au niveau de la 20^e feuille que le méristème apical, cessant de faire des ébauches foliaires, entame la formation d'ébauches florales.

Comme conséquence immédiate, de part et d'autre de ce point, nous pouvons définir deux

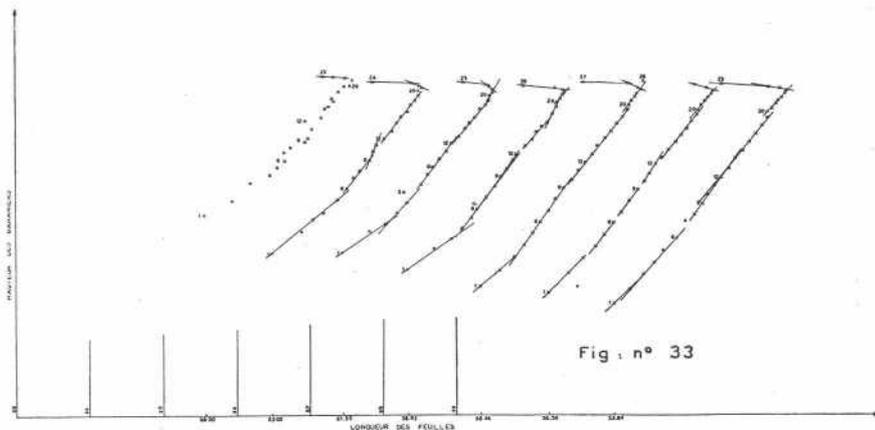


Fig. n° 33

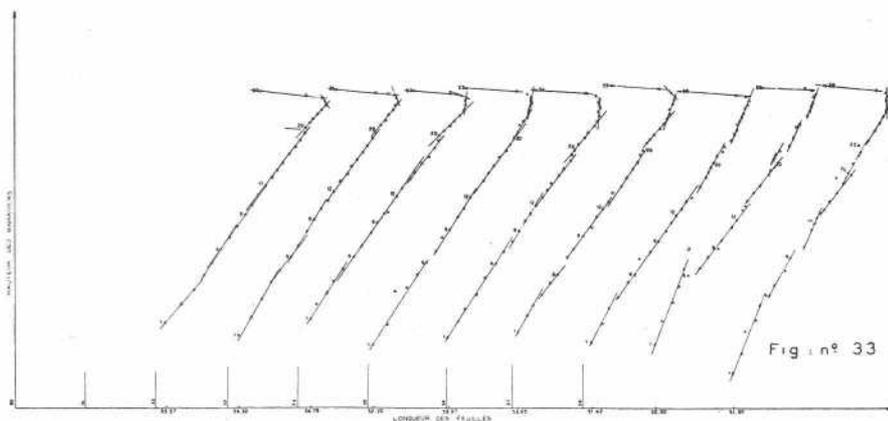
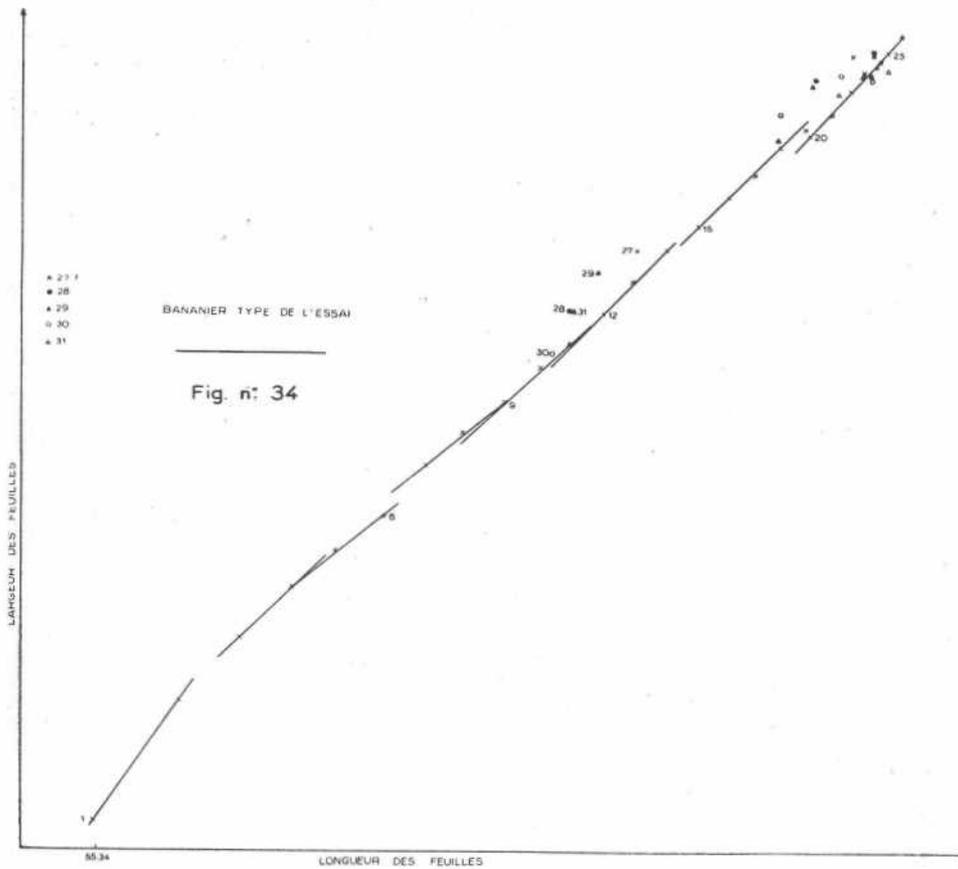


Fig. n° 33



phases primaires : en deçà une phase végétative, au-delà une phase florale.

La phase végétative.

Les limites de cette phase sont d'une part le début de la vie du bananier, d'autre part la 20^e feuille.

Revenons au tableau II : on y voit que deux accidents se retrouvent régulièrement dans cette phase, mais que le premier manifeste toujours les modifications les plus brutales : 4 discontinuités et 2 changements de pente. Il apparaît donc qu'au niveau de la 6^e feuille le bananier modifie son rythme de croissance d'une manière telle que les courbes, interprètes du phénomène, s'expriment là plus éloquemment qu'au niveau de la 12^e.

Ceci nous amène donc à proposer 2 phases secondaires, articulées autour de la 6^e feuille.

Morphologiquement ces phases secondaires se caractérisent par :

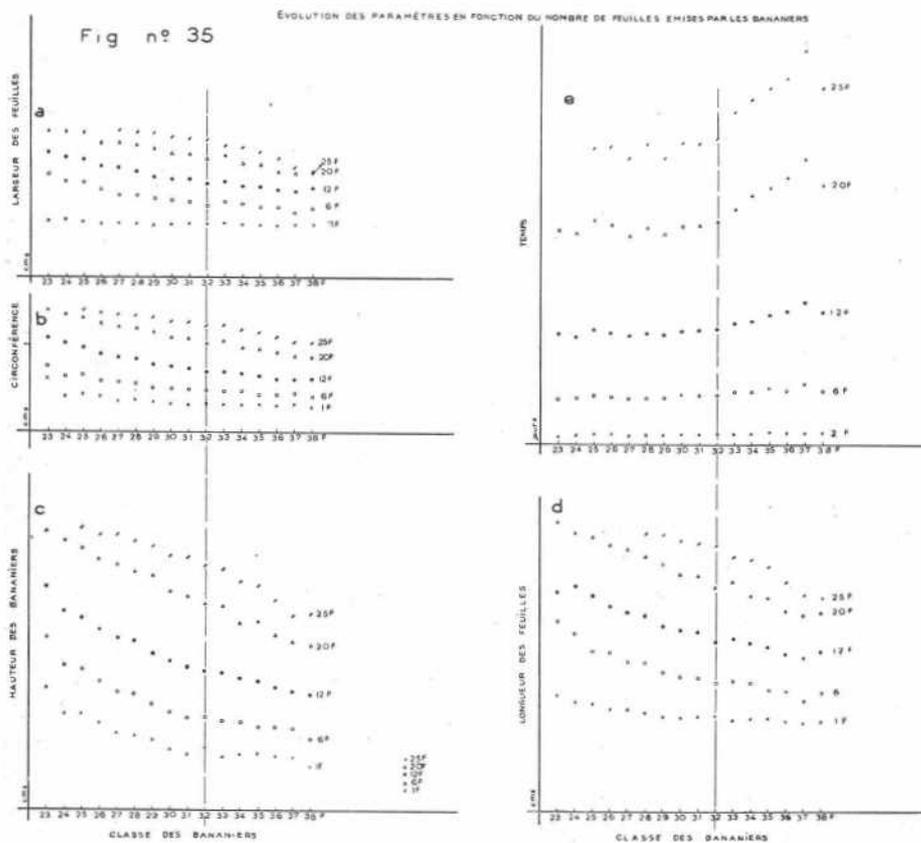
— Une croissance du feuillage : surface foliaire et rythme d'émission, plus rapide pour la 1^{re} que pour la 2^e ; par contre une croissance du stipe plus rapide chez la seconde que chez la première.

— Pour la première, une croissance du stipe plus rapide que celle du feuillage, avec inversion des rythmes pour la seconde.

Chacune de ces phases secondaires se subdivisent elles-mêmes en phases tertiaires :

— La 1^{re} sous-phase se scinde en 2 au niveau de la 3^e feuille : ceci apparaît surtout avec les paramètres du feuillage et on remarque que la 1^{re} phase tertiaire de la 1^{re} sous-phase végétative a un caractère plus accentué que son homologue.

— La deuxième sous-phase se scinde en 2 au niveau de la 12^e feuille, ainsi qu'on peut le constater dans le tableau II, la régularité de la présence de cet accident dans le tracé des courbes ne doit pas dissimuler



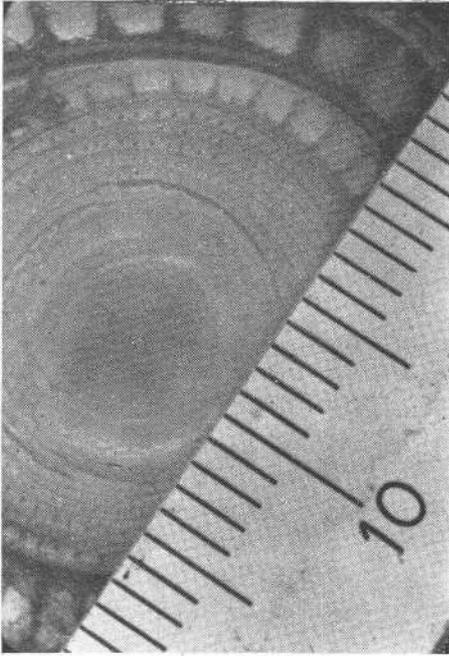


FIG. 16. — Développement de l'inflorescence : coupe au stade de la 25^e feuille : l'inflorescence au centre a un diamètre inférieur à 3 mm.



FIG. 17. — Taille de l'inflorescence : 4 feuilles doivent encore être émises avant la feuille la plus grande

(Clichés J. Dumas).

que l'initiation d'ébauches florales se produirait au niveau de la 25^e feuille. De plus, on ne voit pas très bien comment expliquer dans ce cas le déclenchement des ébauches florales chez les bananiers à 24, 25, 26 feuilles qui ont une nette discontinuité au niveau de la 20^e feuille comme tous les autres.

Par ailleurs, au fur et à mesure qu'on avance vers les bananiers des classes plus élevées on remarque qu'au-delà de la 25^e feuille des segments de droite d'abord de plus en plus longs, puis de plus en plus nombreux jusqu'à 5, compliquent les représentations : il semblerait alors que les feuilles supplémentaires par rapport au bananier moyen sont celles qui ont été formées

après la 25^e feuille, se manifestant à la fin de la phase florale.

On aurait alors pour les bananiers de la distribution secondaire, à l'apparition des ébauches florales de 13 à 18 feuilles à tous les stades de développement, depuis la feuille à l'état d'ébauche jusqu'à la feuille prête à sortir.

Or nous savons que SUMMERVILLE a montré que le nombre de feuilles immatures au moment du déclenchement de la formation de l'inflorescence peut varier de 6 à 11. A partir des chiffres de cet auteur, nous donnons (fig. 36) la répartition de 64 bananiers par rapport à ces feuilles en cours de développement. On voit que dans l'exemple cité :

- 1/3 des bananiers ont 10 feuilles immatures,
- 1/4 des bananiers ont 9 feuilles immatures,
- 1/6 des bananiers ont 8 feuilles immatures,
- 1/8 des bananiers ont 11 feuilles immatures.

Dans le cas extrême de cette distribution, si on ajoute 11 feuilles immatures aux 20 feuilles déjà développées nous sommes à 1 feuille près à la fin de la distribution des bananiers à feuillage normal de notre essai. Ce qui est très concordant.

Par ailleurs, l'auteur cite 4 cas où il a rencontré 12 feuilles immatures et 2 cas où il en a rencontré 13. C'est là son chiffre extrême et il nous manque donc 5 feuilles pour justifier le feuillage complet des bananiers de la distribution secondaire.

On voit immédiatement qu'il n'en est plus de même si l'inflorescence se différencie au niveau de la 25^e feuille plutôt qu'à la 20^e chez les bananiers de cette dernière distribution.

Donc en prenant comme nombre limite des ébauches florales 13, on couvre toute la distribution principale à + 1 feuille près, là où la différenciation florale se fait au stade de la 20^e feuille ; on couvre également toute la distribution secondaire à 0 feuille près, là où la différenciation florale se ferait au stade de la 25^e feuille.

Il est évident que seules des dissections de bananiers à nombreuses feuilles résoudre définitivement cette question, d'autant plus qu'il n'est pas exclu que l'auteur déjà cité n'ait pas rencontré de tels bananiers et n'ait donc pas pu observer plus de 13 feuilles immatures au moment de la différenciation florale.

Enfin la régularité du déclenchement de l'inflorescence au niveau de la 20^e feuille nous conduit à penser que ce phénomène n'est pas fonction de la quantité de surface foliaire émise par la plante ainsi que l'a écrit SUMMERVILLE.

Soulignons ici et cette remarque est valable pour toutes les limites, que ces dernières doivent être

acceptées à plus ou moins 2 feuilles près, le plus généralement plus ou moins 1 feuille.

Existe-t-il une phase de pré floraison ?

Il n'en reste pas moins que la discontinuité classique à la 20^e feuille est générale pour toutes les représentations impliquant un paramètre foliaire et pour tous les bananiers. Il y a donc à ce niveau une profonde

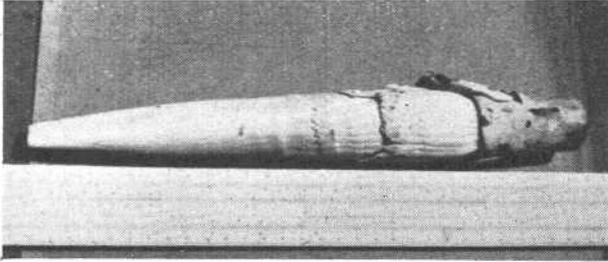


FIG. 18. — Taille du régime au-delà de la plus grande feuille. (Cliché J. Dumas).

modification dans la plante et s'il ne s'agit pas là, pour les bananiers à grand nombre de feuilles, de l'initiation florale, que se passe-t-il, au moment où est émise la feuille qui devance de 5 unités celle qui présiderait à la différenciation des ébauches du futur régime ?

D'autre part, coïncidence troublante, chez les bananiers à feuillage normal, dans les mêmes conditions, c'est-à-dire à la 15^e feuille un accident se manifeste, nous l'avons vu dans les représentations. Mais il devient remarquablement accusé dans les graphiques (fig. 30) où on utilise la hauteur d'insertion des gaines. Nous ne pouvons malheureusement présenter que les résultats de 3 dissections mais on voit bien qu'à la 15^e feuille on a dans les 3 cas une discontinuité très marquée.

En conséquence nous émettons l'hypothèse d'une phase de pré floraison, allant de la 15^e à la 20^e feuille ou de la 20^e à la 25^e caractérisée par les interventions de stimulus préparant la formation des ébauches florales et responsable peut-être de la formation des feuilles supplémentaires.

Formation de la hampe florale.

On conçoit aisément que le développement de l'inflorescence et celui de sa hampe soient concomitants. C'est bien ce que montrent les graphiques de la hauteur d'insertion des gaines foliaires où on voit cette

hauteur croître brusquement dès la 20^e feuille au-delà de laquelle l'accroissement relatif de ces hauteurs augmente sans cesse, ce qui caractérise bien cette phase florale.

En deçà nous avons vu qu'aucune mesure n'est précise avant la 12^e feuille environ, tant les traces des insertions sur le rhizome sont voisines. Que les mesures deviennent possibles par la suite implique que les insertions s'écartent les unes des autres et cela seulement parce qu'elles ont alors trouvé le support indispensable à leur montée. Ceci correspond à la croissance en hauteur du rhizome, croissance d'abord lente, encadrée dans le temps par les feuilles 12 mais surtout 15 à 20, au cours de laquelle se forme un massif tronconique au-dessus du rhizome ; croissance de plus en plus rapide jusqu'à l'apparition du fruit au cours de laquelle se forme la colonne interne qui fraie son passage à travers les gaines, portant à son extrémité l'inflorescence.

Dans ces conditions, nous pensons qu'au cours de la première partie de cette croissance, il se forme un « collet », zone intermédiaire entre le rhizome et la hampe se développant pendant la phase intermédiaire de pré floraison (des feuilles 15 à 20). Après quoi, durant la phase florale, la hampe proprement dite se constitue et croît au fur et à mesure que l'inflorescence

FIG. 19. — Régime 7 jours après sa sortie. (Cliché J. Dumas).



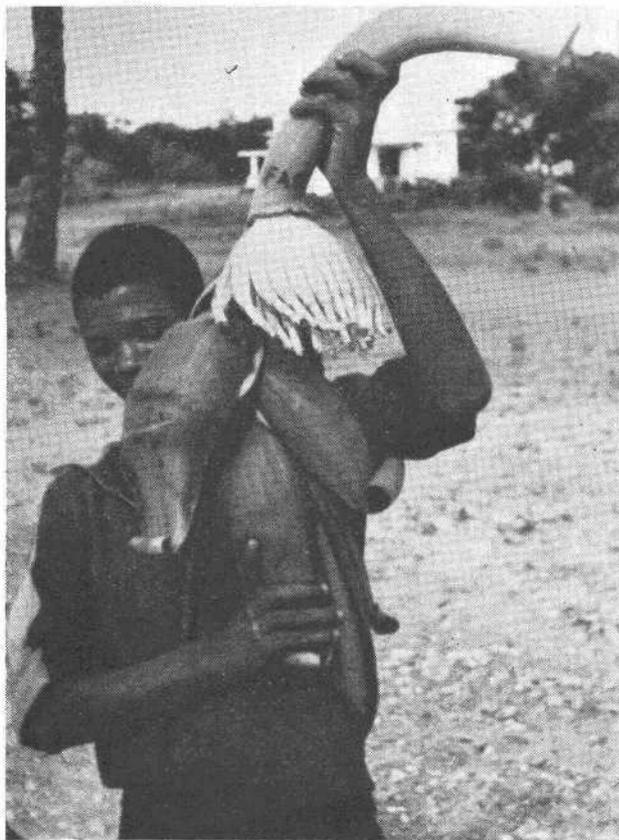


FIG. 20. — Régime 16 jours après sa sortie.
(Cliché J. Dumas).

FIG. 21. — Régime 22 jours après sa sortie.
(Cliché J. Dumas).



évolue, poussant vers le haut cette dernière située à son sommet, à travers l'engainement du stipe.

Enfin l'histoire de ce développement apporte une justification supplémentaire au choix de la 20^e feuille comme première feuille de la phase de l'inflorescence, puisque à partir de son déroulement toutes les futures feuilles seront portées par la hampe florale, matérialisant ainsi dans l'espace la séparation entre ce qui appartient à la tige, qui a donc une valeur végétative, et ce qui ressortit à la fleur.

Sur le plan théorique, on peut se demander si, à partir de cette limite, les feuilles n'ont pas une valeur de bractée, bien que rien n'apparaisse à leur aisselle et surtout qu'on n'assiste à aucune modification de leur forme, exception faite de la dernière dont l'allure pelletée est indéniable et fait le passage entre les émissions précédentes et les bractées fonctionnelles qui la suivent.

Il en résulte qu'on pourrait considérer le bananier nain comme une plante dont le nombre de feuilles serait constant : 20 et 25 peut-être dans certains cas bien précis ; seul le nombre de bractées varierait.

La phase du fruit.

Nous avons vu qu'elle commençait au niveau de la feuille la plus grande ; elle se termine au moment de la récolte du régime.

On s'étonnera peut-être que nous ayons fixé une limite de base précise à cette phase alors que la parthénocarpie du bananier implique nécessairement un développement continu de l'ovaire. Mais les modifications brutales décelées par les graphiques et subies par l'inflorescence, telles que les dissections nous les ont montrées, nous ont conduit à préciser la séparation entre l'inflorescence et l'infructescence.

Au niveau de la plus grande feuille, les ovaires des futures « mains » ont en moyenne 10 mm de long. Il reste à ce moment de 3 à 5 feuilles à sortir et lorsque la dernière entreprend son déroulement les ovaires ont 40 mm. Environ 4 semaines se sont écoulées depuis l'apparition de la plus grande feuille. En ce temps très court, les ovaires ont quadruplé de longueur et se sont remplis, car leur section de pentagonale est devenue triangulaire.

Nous donnons dans le tableau III les mensurations des futurs « mains » dont le régime a été retiré du stipe après le déroulement de la plus grande feuille : 2 feuilles doivent encore sortir,

longueur de l'infructescence : 22,5 cm.

Il est très vraisemblable que la 9^e main n'aurait pas été commercialisable.

TABLEAU III.

	1 ^{re} MAIN	2 ^e MAIN	3 ^e MAIN	4 ^e MAIN	5 ^e MAIN	6 ^e MAIN	7 ^e MAIN	8 ^e MAIN	9 ^e MAIN
Nombre de fruits par main . .	7	14	16	14	14	14	14	14	13
Longueur moyenne en mm du fruit.	45	40	40	40	35	35	33	28	10
Poids en g des fruits dans chaque main.	8,8	19,4	12,2	10,4	8,8	8,0	6,8	5,0	0,5

Si on ajoute que l'inflorescence qui a parcouru 20 cm environ jusqu'à l'apparition de la plus grande feuille va en couvrir 80 environ jusqu'à la dernière, on jugera que toutes ces modifications brutales effacent ce que peut avoir de conventionnel la limite que nous avons fixée.

Ce qui par contre nous paraît tout à fait arbitraire c'est l'habitude prise d'appeler « fleur » l'organe qui

sort du bananier, avec ses ovaires de 45 mm de long et qui sont déjà le siège d'accumulation des matériaux de réserve. On se demande alors à quel moment commence le fruit et sur quels critères s'appuyer pour ne pas entacher la fixation de la limite d'un caractère par trop conventionnel.

Par ailleurs, cette manifestation, pour si spectaculaire qu'elle soit, n'a pas l'importance qu'on lui

TABLEAU IV.

CL. DES BANA- NIERS	I/2 ε L	ε' L DE LA F. N° I A F. N°		CL. DES BANA- NIERS	I/2 ε l	ε' l DE LA F. N° I A F. N°	
		N° F.				N° F.	
23 _f	1470,50	13	1414,50	23 _f	752,50	13	735,00
24	1500,30	14	1484,14	24	793,79	14	793,45
25	1539,02	15	1565,40	25	808,005	15	831,84
26	1567,21	15	1500,52	26	822,03	15	800,36
27	1598,60	16	1562,42	27	842,78	16	836,54
28	1641,46	17	1673,95	28	866,06	17	895,11
29	1662,47	18	1718,41	29	882,88	17	853,70
30	1689,14	18	1675,92	30	893,84	18	902,61
31	1757,58	19	1787,64	31	926,81	18	892,33
32	1777,77	20	1841,08	32	939,61	19	930,86
33	1834,06	20	1856,24	33	969,84	19	939,43
34	1863,98	20	1804,42	34	982,18	20	976,70
35	1920,92	21	1890,65	35	1006,97	21	1023,95
36	1895,21	22	1929,27	36	1002,09	21	986,60
37	1918,87	23	1964,62	37	1022,85	22	1019,74
38	2044,87	23	2028,25	38	1075,50	22	1055,25
	Longueur				Largeur		

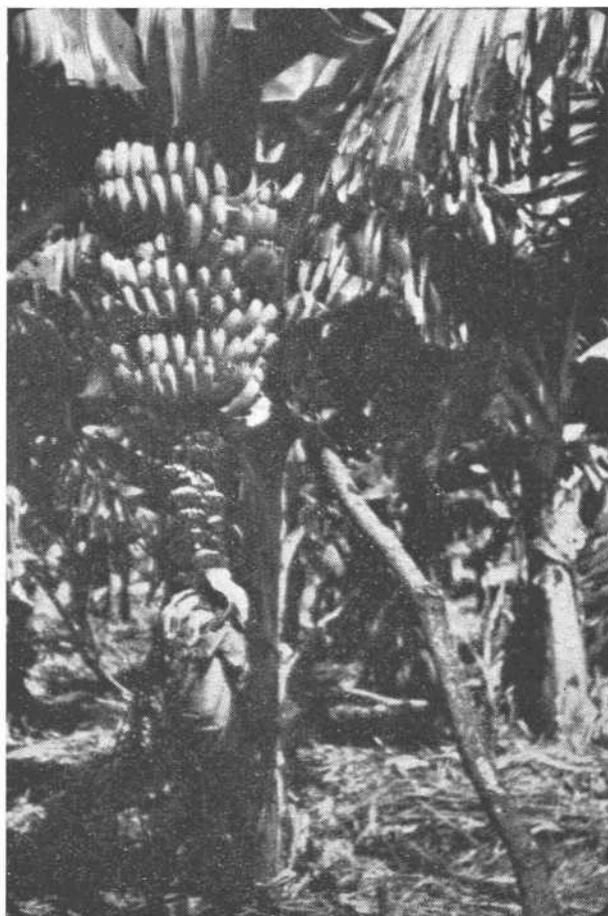


FIG. 22. — Régime de 8 mains au stade dit « trois quarts maigre ». (Cluché J. Dumas).

attache communément. Elle n'est que le signe visible d'un phénomène en pleine accélération depuis longtemps et il n'est pas évident qu'elle indique une étape remarquable de l'évolution du régime.

Surface foliaire.

C'est évidemment un facteur capital de l'activité de la plante et il importe de le connaître. On est tenté, quand on dispose de la longueur et de la largeur des feuilles, de multiplier ces 2 paramètres assimilant le produit obtenu à la surface d'un rectangle exinscrit à la feuille. En fait SUMMERVILLE a montré qu'un tel calcul donne des erreurs d'autant plus fortes que la feuille est plus petite.

Nous avons néanmoins utilisé ce produit, mais aussi la somme des longueurs et des largeurs des feuilles émises par le bananier moyen de chaque classe, malgré

tout ce que peut contenir d'arbitraire le fait de représenter une surface par une longueur.

On considère donc les « surfaces » foliaires propres à chaque phase et la surface foliaire totale. Précisons qu'outre la convention ci-dessus, cette surface foliaire totale ne représente qu'approximativement la surface du feuillage au moment de la sortie de la dernière feuille, puisqu'un certain nombre de feuilles adultes, en général les 6 à 8 premières, sont tombées.

On voit sur les figures 37-38 que εL , εl augmentent au fur et à mesure que les bananiers ont plus de feuilles ; ce à quoi on pouvait s'attendre, de même pour $\varepsilon (L \times l)$. (Tableau IV).

Par contre, si on considère les valeurs $\varepsilon (L \times l)$, εL , εl propres aux sous-phases successives, on remarque qu'elles diminuent au fur et à mesure que la classe des bananiers s'élève, c'est-à-dire au fur et à mesure que le nombre de feuille augmente. Et on voit grâce aux points figuratifs des sommes des feuilles d'au-delà la 25^e que l'augmentation de εL et εl est bien due aux feuilles supplémentaires. De même pour $\varepsilon (L \times l)$.

On remarque par ailleurs que la diminution déjà signalée est d'autant plus marquée qu'on s'avance dans la vie du bananier, ainsi que l'importance de la 2^e sous-phase végétative dans la création de la surface foliaire. Par contre, entre les feuilles 13 à 19 et 20 à 25, la surface foliaire évaluée est identique.

Enfin la moitié de la somme des longueurs et des largeurs se déplace régulièrement depuis la feuille 13 jusqu'à la feuille 23 en fonction de la classe des bananiers : Tableau IV. C'est-à-dire que dans la mesure où la somme des longueurs et des largeurs représente bien la surface foliaire émise par un bananier, la moitié de cette surface est émise avant la fin de la phase végétative, et au plus à la fin de cette phase pour les bananiers de la distribution principale. Les bananiers de la distribution secondaire doivent attendre que l'initiation de l'inflorescence soit déclenchée pour être nantis de la moitié de leur surface foliaire.

Remarquons que nous aboutissons partiellement à la même conclusion que SUMMERVILLE qui avait présenté cette concordance entre phase végétative et moitié de la surface foliaire sans l'établir (voir chap. I), mais surtout l'avait généralisée alors qu'elle ne se vérifie que pour certaines classes de bananiers.

Temps.

Ainsi que les courbes de la croissance globale (fig. 31-32) le laissent prévoir la durée du développement est accrue au fur et à mesure qu'on atteint les bananiers



à plus grand nombre de feuilles. On voit dans le tableau V que cette augmentation est due aux feuilles supplémentaires, mais aussi, quoique dans une moindre mesure, au fait que le rythme des émissions est ralenti au fur et à mesure qu'on avance dans les classes des bananiers. En fait cette particularité ne se vérifie que dans deux cas :

- à partir de la phase de l'inflorescence,
- pour les bananiers de la distribution secondaire.

Durant toute la durée de la phase végétative et pour toutes ses subdivisions on peut considérer, malgré des différences de quelques jours, que le rythme des émissions reste constant pour les bananiers dans la distribution principale. Par contre les bananiers, ayant de 33 à 38 feuilles adultes émettent leurs feuilles l'autant plus lentement qu'ils en portent davantage, cela à tous les stades de leur développement (fig. 35 e).

Par ailleurs, la moitié du temps mis par le bananier à végéter et à élaborer son fruit ne coïncide pas avec

la fin de la phase végétative pour les sujets de la distribution principale, car cette durée est atteinte très tôt (tableau VI), dès la 14^e feuille pour les bananiers des premières classes et la coïncidence avec la fin de la phase végétative n'est en fait réalisée qu'à partir des bananiers de la distribution secondaire. Et il saute aux yeux en comparant les tableaux IV et V qu'avec une régularité parfaite la moitié du temps exigé par le développement d'un bananier coïncide avec la moitié de la surface foliaire qui doit être émise au cours de ce développement.

On remarquera enfin que le temps exigé par le déroulement complet de chaque feuille croît chaque fois qu'on passe d'une phase tertiaire à la suivante.

Le développement du rejet.

Ainsi que nous le précisons en II-A les sujets étudiés étaient des bananiers de premier cycle, c'est-à-dire

FIG. 23-24. — Bananier à 3 régimes : deux dichotomies successives dont l'une n'affectant qu'un des massifs méristématiques déjà dichotomisé (plantation RHEINWALD à Coyal). (Clichés J. Dumas).

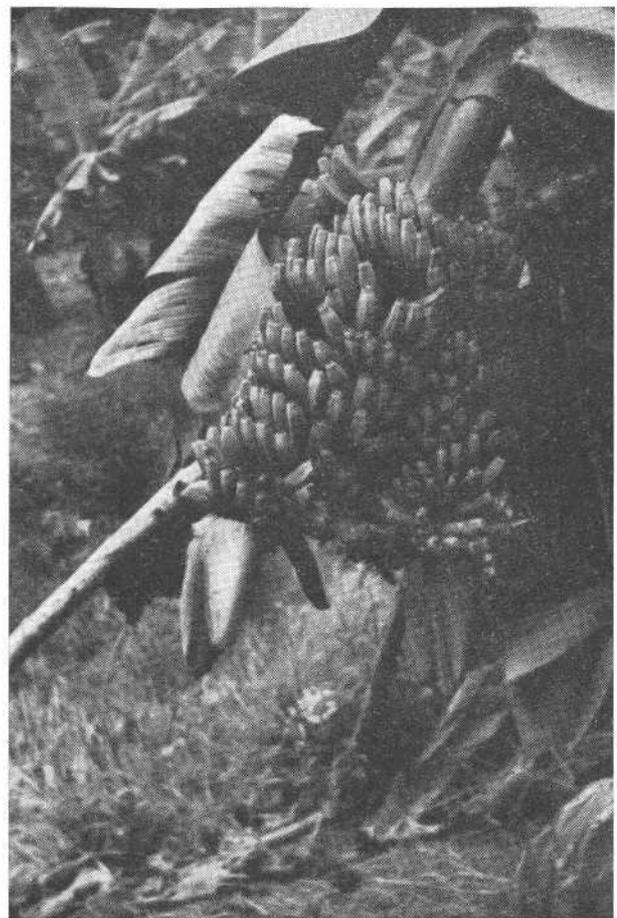


TABLEAU V. Temps en jours.

CLASSE DES BANANIERS	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	TEMPS MOYEN PAR FEUILLE
Première sous-phase végétative f. 1 à 6.	25	25	27	26	25	25	26	27	27	27	29	29	31	30	33	30	4.5
Deuxième sous-phase végétative {																	
	troisième phase tertiaire f. 7 à 12.	37	35	37	37	36	36	36	36	37	38	39	40	42	45	47	45
quatrième phase tertiaire f. 13 à 19.	54	52	54	53	49	52	50	52	52	53	56	61	62	65	69	63	7
Phase végétative 1 à 19.	116	112	118	115	110	114	112	116	116	118	124	131	134	140	149	137	6
phase florale : première sous-phase f. 20 à 25.	34	40	50	54	52	56	51	55	54	56	64	65	68	68	74	66	11
feuille 26 à					15	26	36	48	57	68	73	85	95	106	111	129	9.5 pour 31 f.
Total.	150	152	168	175	177	197	199	219	228	242	262	281	297	315	335	332	7 pour 31 f.

issus après la plantation de souches (*) exclusivement et non de plants complets avec souche et feuillage. Ce n'est pas là le cas le plus général rencontré dans la pratique culturale où il n'est pas rare de trouver des bananiers de troisième ou quatrième cycle quelquefois plus, qui par conséquent sont nés de plants complets. Nous convenons de nommer les premiers *rejets de rhizome*, les seconds *rejets de plant*, étant bien entendu que le massif méristématique qui évoluera en « rejet » naît toujours sur la partie rhizomateuse et non sur la plante feuillée.

Nous avons observé des différences très nettes dans la morphologie du feuillage des bananiers de ces deux origines :

(*) Les rhizomes ou souches constituent en effet l'organe de multiplication le plus fréquemment employé : on les obtient en coupant le stipe, après fructification, à quelques centimètres au-dessus du sol ; ils sont ensuite déterrés, et parfois coupés en deux, puis disposés dans les trous de plantation et recouverts de terre.

— diminution du nombre des feuilles du type adulte, c'est-à-dire rappelons-le, dont l'indice foliaire $\leq 2,1$: on n'en rencontre guère que 16 à 21, quelquefois moins ;

— doublement de la longueur de la feuille n° 1 : 110 cm environ ;

— réduction de régularité du gradient des dimensions des feuilles successives au point qu'on rencontre fréquemment des longueurs et des largeurs inférieures, pour des feuilles données, aux dimensions de feuilles de rang moins élevé.

De telles conditions rendent impossible la détermination a priori des phases végétative et florale. La figure 40 nous montre des graphiques très différents de ceux étudiés jusqu'à maintenant : parmi toutes les discontinuités rencontrées on remarque, au-delà de celle qui se place au niveau de la 6^e feuille, toute une série de droites très relevées, caractéristiques d'une importante chute du rythme de croissance végétative

TABLEAU VI.

CLASSE DES BANANIERS	ε T DE LA FEUILLE N° I A LA FEUILLE N°		I/2 ε T
	n° f		
23	14	76	75
24	14	74	76
25	15	86	84
26	15	84	87
27	16	88	88
28	17	97	98
29	18	103	99
30	18	107	109
31	19	116	114
32	19	118	121
33	20	133	131
34	20	141	140
35	20	145	148
36	21	162	157
37	20	162	167
38	22	169	166

telle qu'on la rencontre après la 20^e feuille bien connue maintenant. De fait, des dissections nous ont montré des différenciations d'inflorescence nettes à 4 ou 5 feuilles au-delà de la 6^e et aucune au-dessous. Nous pensons donc que le déclenchement de l'initiation de l'inflorescence se produit au niveau de la 6^e feuille.

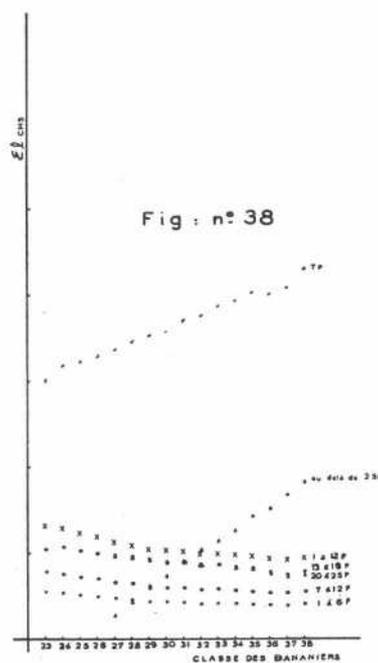
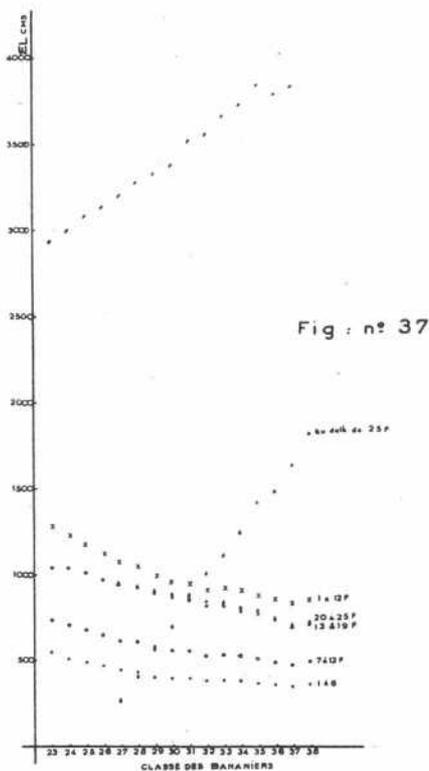
La phase végétative se situe par conséquent en deçà et porterait alors sur 6 feuilles de type adulte. En fait, étant donné la longueur des feuilles émises avant celles-ci, cette conclusion nous semble beaucoup trop restrictive quand d'autre part on rapproche les phases végétatives des rejets de rhizome et des rejets de plant : on se souvient en effet de l'importance de cette phase chez les premiers, qui s'étalait sur 20 feuilles. Il semble plus logique de considérer que cette phase commence dès les émissions ayant environ 55 cm de longueur et on trouve alors que le nombre de feuilles des bananiers est identique dans tous les cas.

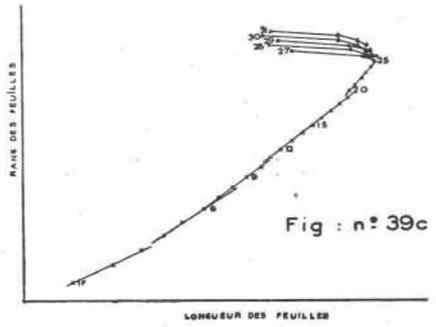
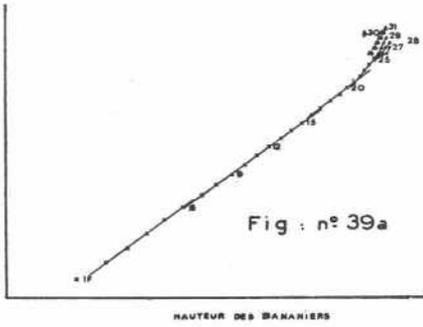
Mais il n'en est pas de même pour la surface foliaire qui est nettement plus réduite chez les rejets de plant et remarquons en passant que nous avons là une raison supplémentaire de penser que la proposition de SUMMERVILLE concernant le déclenchement de l'inflorescence au moment où le bananier est nanti d'une surface foliaire déterminée est inexacte.

Cette réduction du feuillage porte sur les 8 feuilles, en moyenne, de la première moitié de la phase végétative dont l'indice foliaire décroît progressivement de 4 ou 5 à 2. Au cours de cette phase le gradient des dimensions est régulièrement croissant et les longueurs demeurent comparables à celles des feuilles 1 à 12 des rejets de rhizome, par contre les largeurs tout en croissant leur sont nettement inférieures.

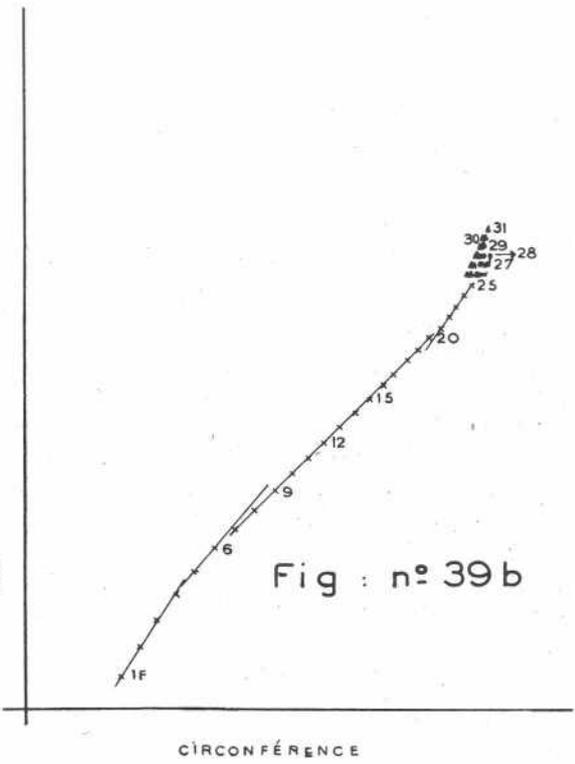
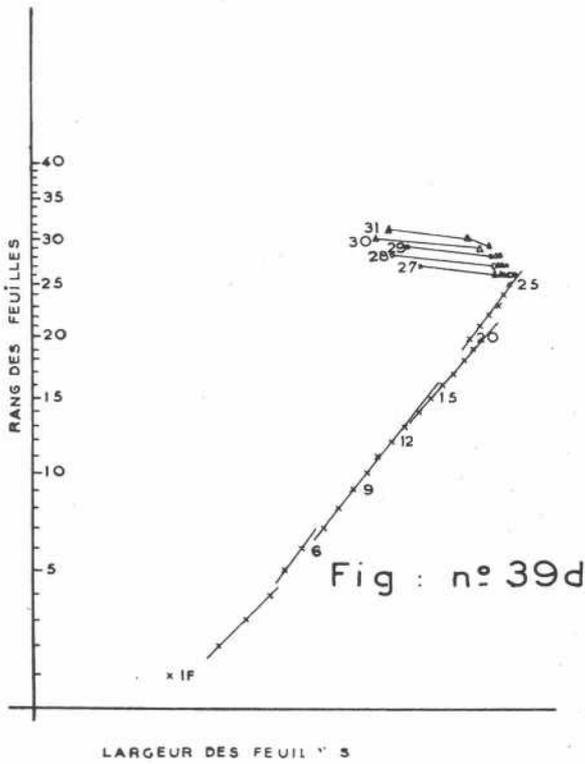
Tout se passe donc comme si le fait pour un rejet de se développer à partir d'un plant complet inhibait l'accroissement en largeur des feuilles et par conséquent réduisait sa surface foliaire, si on prend pour terme de comparaison un bananier se développant exclusivement à partir d'un rhizome.

A notre sens, la seule différence valable entre les deux développements tient au fait que le premier se poursuit sous la dépendance d'un organe feuillé en pleine croissance, muni d'un méristème apical en pleine activité. Nous avons contrôlé en effet qu'il ne s'agit ni d'ombrage (cas de bananiers de bordure), ni d'alimentation minérale (puisque le jeune rejet émet très rapidement ses propres racines). Il faut voir là sans doute un phénomène d'inhibition comparable à celui que l'on rencontre chez les Rosacées par exemple, où les bourgeons adventifs et latéraux





BANANIERS TYPE DE L'ESSAI



sont littéralement contrôlés par le bourgeon apical.

D'ailleurs ces rejets de plants complets peuvent atteindre quant à leur stipe des dimensions comparables au parent et on remarque chez les sujets vigoureux que l'indice foliaire 2,1 est atteint plus tôt que chez les autres, par exemple au début du développement du régime. Il est également remarquable que sitôt le parent coupé, les rejets qui ne l'ont pas déjà acquiescent la feuille de type adulte, qui apparaît le plus souvent au cours du développement du fruit, c'est-à-dire lorsque le méristème apical a pratiquement cessé de fonctionner. Enfin, nous n'avons jamais rencontré de rejets de plant où les feuilles de type adulte aient apparu lorsque le parent était en pleine croissance.

V. CONCLUSIONS

I. — Les techniques allométriques nous ont permis de définir avec précision les phases du développement du bananier nain. Au-delà, nous avons pu mettre en évidence des phases secondaires et tertiaires et peut-être une phase de pré floraison.

La phase végétative va du début de la vie de la plante à la 20^e feuille ; elle se divise en 2 sous-phases s'articulant au niveau de la 6^e feuille, caractérisées morphologiquement par de nettes « dysharmonies » entre feuilles et stipe. Chacune de ces sous-phases se divise en 2 phases tertiaires et nous soupçonnons la dernière de ces phases tertiaires, qui va de la 15^e à la 20^e feuille, d'avoir un caractère très particulier.

Toutes les ébauches foliaires sont formées au cours de cette phase.

La phase florale va de la 20^e feuille à la plus grande

feuille ; elle se divise en 2 sous-phases distinctes articulées autour de la 25^e feuille. La première de ces sous-phases est en général régulière ; l'autre se complique de phases tertiaires, séparées par des accidents très accusés, au cours desquelles se manifestent les feuilles supplémentaires par rapport au bananier moyen.

Au cours de cette phase, les ébauches florales sont différenciées puis se développent en une inflorescence qu'accompagne une hampe. Ces deux organes entreprennent ensemble une croissance rapide. Dans l'ensemble le rythme de développement végétatif du bananier est atténué.

La phase du fruit commence à la plus grande feuille et se termine à la récolte du régime. Au cours de cette phase l'ovaire se développe et accumule des matériaux de réserve surtout à la fin de son existence.

Les limites indiquées sont valables à plus ou moins 2 feuilles près.

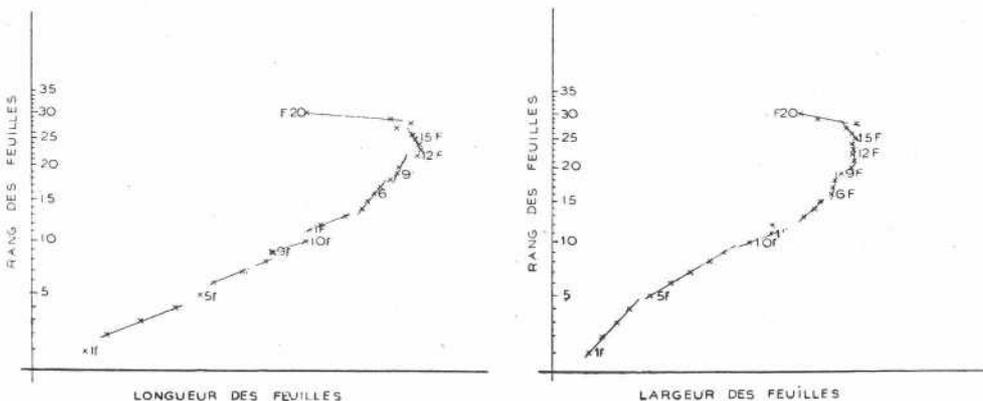
II. — Nous avons pu mettre en évidence deux types de bananiers. L'un, de loin le plus fréquent, n'ayant pas plus de 32 feuilles adultes, le plus souvent 29, qui se caractérise par la description que nous venons de donner.

L'autre, pouvant avoir de 33 à 38 feuilles adultes, caractérisé par une croissance beaucoup plus lente et surtout par un déclenchement de l'initiation de l'inflorescence au niveau de la 25^e feuille mais ceci doit être vérifié par des dissections notamment. Si cette hypothèse s'avérait fautive, ce 2^e type serait caractérisé par un nombre d'ébauches foliaires au moment de l'initiation de l'inflorescence allant de 13 jusqu'à 18.

Il ne semble pas, a priori, qu'il s'agisse là de 2 lignées distinctes, mais plutôt de deux types d'activité, qui, évidemment, ne seraient pas héréditaires.

III. — Ces conclusions concernent les bananiers de premier cycle, c'est-à-dire les rejets issus de rhizome sans organe feuillé. Pour les rejets de plant complet, il semble bien que le développement de leur feuillage soit littéralement contrôlé par le parent qui inhibe la croissance en largeur pendant la majeure partie de la phase végétative, réduisant considérablement de ce fait la sur-

Fig : n° 40



face foliaire. Précisons à nouveau que cette réduction ne porte pas sur le développement du stipe, ni apparemment sur celui du système racinaire.

IV. — De l'ensemble des résultats, il semble se dégager que :

— l'activité végétative du bananier diminue au fur et à mesure que la plante avance en âge,

— les bananiers à petit nombre de feuilles sont les bananiers les plus actifs et à plus grande surface foliaire par feuille,

— tout se passe comme si un certain niveau énergétique devait être atteint, peut-être pour « fleurir » et pour nourrir le régime. Ce niveau serait vite atteint chez les bananiers à petit nombre de feuilles. Chez les bananiers moins actifs, la plante éprouverait le besoin d'accroître ses moyens et créerait des feuilles supplémentaires.

OUVRAGES CONSULTÉS

1. TEISSIER G., 1934. Actualités Scientifiques et Industrielles Hermann et C^{ie}.
2. TEISSIER G., 1937. Actualités Scientifiques et Industrielles Hermann et C^{ie}.
3. RAVAZ G., 1911. *Annales École Agric.* Montpellier.
4. SIDERIS C. P., KRAUS B. M., 1937. University of Hawaiï, paper n° 19.
5. SIDERIS C. P., KRAUS B., 1938. University of Hawaiï, paper n° 53.
6. ROUSSOPOULOS N. C. 1948. *Annales Agro.*, n° 2, 145-166.
7. ROUSSOPOULOS N. C. 1949. *Annales Agro.*, n° 2, 782-790.
8. ROUSSOPOULOS N. C. 1950. *Annales Agro.*, XX, 108-114.
9. SCHWARTZ D., CUZIN J. *Annales Inst. Exp. Tabac Bergerac* I. n° 1 mai 1950. I. n° 2 mai 1951.
10. FAWCETT W., 1913. The banana, London : Duckworth and Co.
11. KERVEGANT D., 1935. Le bananier et son exploitation. *Soc. Ed. Geo. Marit., Col.* Paris.
12. VON LOESECKE, 1949. Bananas, Interc. Publ. N-Y.
13. SUMMERVILLE W. A. T., 1944. Queensland, *Depart. Of Agric.*
14. SIMMONDS N. W., 1953. *Kew-Bulletin*, 571-574.



LA SOCIÉTÉ COMMERCIALE DES POTASSES D'ALSACE & L'OFFICE NATIONAL INDUSTRIEL DE L'AZOTE

mettent à votre disposition



POUR LA FUMURE DE VOS PLANTATIONS

toute la gamme des engrais simples dont vous pouvez avoir besoin et un choix incomparable d'engrais complets



Pour tous renseignements, adressez-vous aux Bureaux communs :

ALGER : 20, rue de la Liberté.
 ORAN : 39, boulevard Marceau.
 PHILIPPEVILLE : 3, rue de Constantine.
 TUNIS : 100, rue de Serbie.
 CASABLANCA : 72, r. Savorgnan de Brazza
 FORT DE FRANCE : 3, rue Schœlcher.

DAKAR : 30, avenue Jean-Jaurès. B. P. : 656
 CONAKRY : Avenue Gaëtan. B. P. : 284
 ABIDJAN : boulevard Antonetti. B. P. : 107
 DOUALA : route de Bali B. P. : 130
 TANANARIVE : av. Libération. B. P. : 134
 SAIGON : 119, boulevard Bonard. B. P. : 407

Direction des Bureaux communs : 11, avenue Friedland, Paris (8^e)