

Quelques aspects de la croissance et du développement du bananier Poyo en Côte d'Ivoire

A. LASSOUDIÈRE*

3^e PARTIE : Le faux-tronc et le système foliaire

QUELQUES ASPECTS DE LA CROISSANCE
ET DU DÉVELOPPEMENT DU BANANIER POYO
EN CÔTE D'IVOIRE

3^e partie : LE FAUX-TRONC ET LE SYSTÈME FOLIAIRE

A. LASSOUDIÈRE

Fruits, juin 1978, vol. 33, n° 6, p. 373-412.

RÉSUMÉ. - L'étude du pseudo-tronc montre l'importance de la croissance des rejets au cours de l'intervalle floraison-récolte du pied-mère.

On a pu montrer que la cinétique de croissance du rejet successeur au cours de l'IFC du pied-mère est marquée par un ralentissement très sensible pour les bananiers donnant des régimes de 7-8 mains, alors qu'il est à peine perceptible pour les bananiers dont le régime a 9 ou 10 mains.

L'étude du système foliaire a été menée par deux types d'investigations : caractères dimensionnels des limbes, vitesse de sortie du cigare. Ainsi a-t-on pu proposer un modèle de développement végétatif du bananier 'Poyo'. Les éléments obtenus permettent une analyse plus fine de la conformation des inflorescences en fonction des conditions climatiques.

Intérêt de la vitesse de sortie du cigare comme critère de croissance à réponse rapide et fiable.

IV. ÉTUDE DU FAUX-TRONC

IV.1. Méthodologie

Toute l'expérimentation agronomique fait appel aux caractéristiques des faux-troncs. Les deux paramètres retenus concernent la taille et la circonférence.

Pour mesurer la **taille**, on utilise la surface du sol au pied de la plante comme niveau de référence. La hauteur du bananier est la distance entre le sol et le V formé par les deux dernières feuilles sorties lorsque les bananiers sont en phase d'émission foliaire. Lorsque l'inflorescence est appa-

reue, c'est la base visible de la hampe florale qui constitue le repère supérieur. C'est donc une mesure rapide, à ± 5 cm près, ce qui se traduit, pour une plante à la floraison, par une précision de 1,5 à 2 %. Son amélioration par la pose d'un repère à la base du pseudo-tronc serait minime et n'a donc pas été employée.

La **circonférence** peut être mesurée à divers niveaux sur le faux-tronc. Les niveaux se repèrent par rapport au sol; les plus fréquemment retenus sont 30 cm et 100 cm au-dessus du sol. Ils présentent des avantages et des inconvénients liés au fait que le faux-tronc n'a pas un diamètre constant de bas en haut. La circonférence à 100 cm au-dessus

*IRFA, B.P. 1740, Abidjan (Rép. de Côte d'Ivoire).

du sol limite le risque d'erreur de mesure quand les bananiers approchent de la floraison. L'inconvénient est de ne pouvoir la réaliser sur les plants jeunes. Dans beaucoup d'essais agronomiques, on fait quelques mesures à C 30, puis on continue à C 100.

Comme nous recherchons les courbes d'évolution depuis un stade précoce jusqu'à la floraison, nous avons choisi la circonférence à 30 cm, en soignant le repérage à ce niveau. D'autre part, les vieilles gaines foliaires ne sont jamais enlevées, afin d'éliminer une source supplémentaire d'imprécision.

Le rythme des mensurations était de un mois à Azaguié. Il a été ramené à 15 jours et même à une décade au Niéky. Les observations sont faites au moins sur le premier et le second cycle.

Taille et circonférence sont des caractéristiques faciles à mesurer. En réalité, la croissance en taille et circonférence est en étroite corrélation avec la croissance du système foliaire, puisque le "tronc" est constitué des gaines foliaires imbriquées les unes dans les autres.

IV.2. En sol ferrallitique

Les mesures sont faites sur un essai comportant quatre dates de plantation :

- A - mise en terre le 7 mai 1971,
- B - mise en terre le 6 août 1971,
- C - mise en terre le 8 novembre 1971,
- D - mise en terre le 17 février 1972.

Les plantations sont réalisées avec des rejets baïonnettes de 4,0 à 4,5 kg. L'irrigation est pratiquée en saison sèche.

La reprise après mise en terre et la croissance pendant les deux premiers mois sont optimales lorsque la plantation a lieu en novembre ou en février. Celle de mai est perturbée par la grande saison des pluies et celle d'août par la période fraîche, nébuleuse et sèche.

L'évolution de la taille pour les deux premiers cycles et le début du troisième est donnée sur la figure 31.

- En premier cycle, on note que :

- La croissance moyenne journalière n'est pas constante et passe par un maximum situé après 120 jours. Une croissance en taille inférieure à 0,9-1,0 cm par jour peut être considérée comme anormale, lorsque les bananiers ont plus de 80 jours.

- La croissance relative moyenne atteint son maximum vers 90 jours, puis décroît plus ou moins selon les conditions de milieu.

- Les facteurs climatiques ont un rôle prépondérant sur la croissance :

- la sécheresse,
- les irrigations qui ont un effet favorable indéniable lorsque le déficit hydrique est peu accentué (de l'ordre de 1 à 1,5 mm/j),

- les fortes pluies,
- le rôle de l'insolation et de la température n'a pu être mis en évidence de façon nette.

- En deuxième cycle, la taille de 100 cm est atteinte à :

- 234 j après mise en terre pour la plantation de mai (A),
- 324 j après mise en terre pour la plantation d'août (B),
- 220 j après mise en terre pour la plantation de novembre (C),
- 300 j après mise en terre pour la plantation de février (D).

Ces écarts sont consécutifs à l'arrêt de croissance de juillet et août, comme le montre la figure 32.

La série A était au stade floraison deuxième cycle à cette époque; seul le rejet 3^e cycle a été soumis à ces mauvaises conditions.

La courbe de croissance de la série C se superpose sensiblement à celle de la série B. Elle a donc une avance de 3 mois par rapport à cette dernière. L'arrêt, pendant la petite saison sèche, est plus long que pour la série B.

La série D subit aussi la petite saison sèche, à un stade plus précoce, mais d'une façon encore plus importante puisque la croissance ne redevient bonne qu'en octobre. Il semble que le manque de lumière et la sécheresse de fin juillet à fin septembre aient une influence d'autant plus forte que les rejets sont moins développés. Cela est probablement lié à la densité du couvert végétal existant.

En effet, dans la série B, la récolte était terminée (faible couvert végétal) ; en C elle était en cours, alors qu'en D elle n'était pas commencée (fort couvert végétal). L'ombrage réalisé par le pied-mère a donc accentué l'effet défavorable de la petite saison sèche.

En résumé, en sol ferrallitique, les deux composantes climatiques les plus importantes sont l'éclairement et le déficit hydrique :

- La faible insolation ralentit la croissance d'autant plus qu'elle est liée à un excès hydrique.

- Le déficit en eau est très préjudiciable à la croissance du faux-tronc, en particulier s'il se manifeste aux périodes critiques que sont la différenciation florale et le début de la fructification.

IV.3. En sol organique vierge

Pendant trois cycles, des plantations bimestrielles échelonnées sur un an ont pu être observées, tant pour l'évolution de la taille que pour celle de la circonférence :

Série 1 plantée le 25 mai 1973,

- | | |
|---|--------------------|
| 2 | 25 juillet 1973, |
| 3 | 25 septembre 1973, |
| 4 | 25 novembre 1973, |
| 5 | 25 janvier 1974, |
| 6 | 25 mars 1974. |

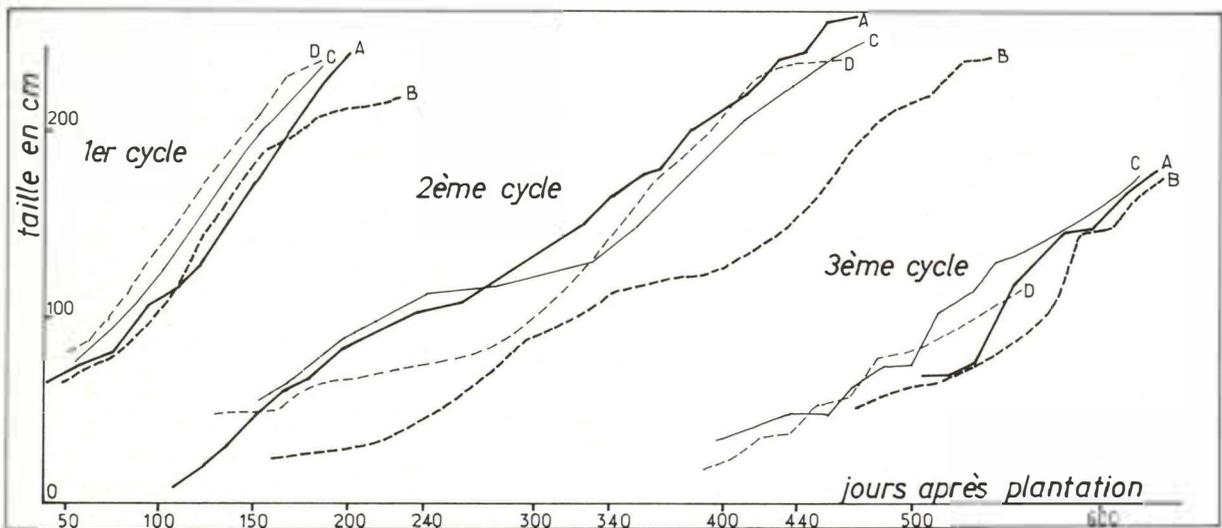


FIGURE 31 - Evolution de la taille des bananiers en 1er, 2ème et début 3ème cycle, en fonction de la date de mise en terre.

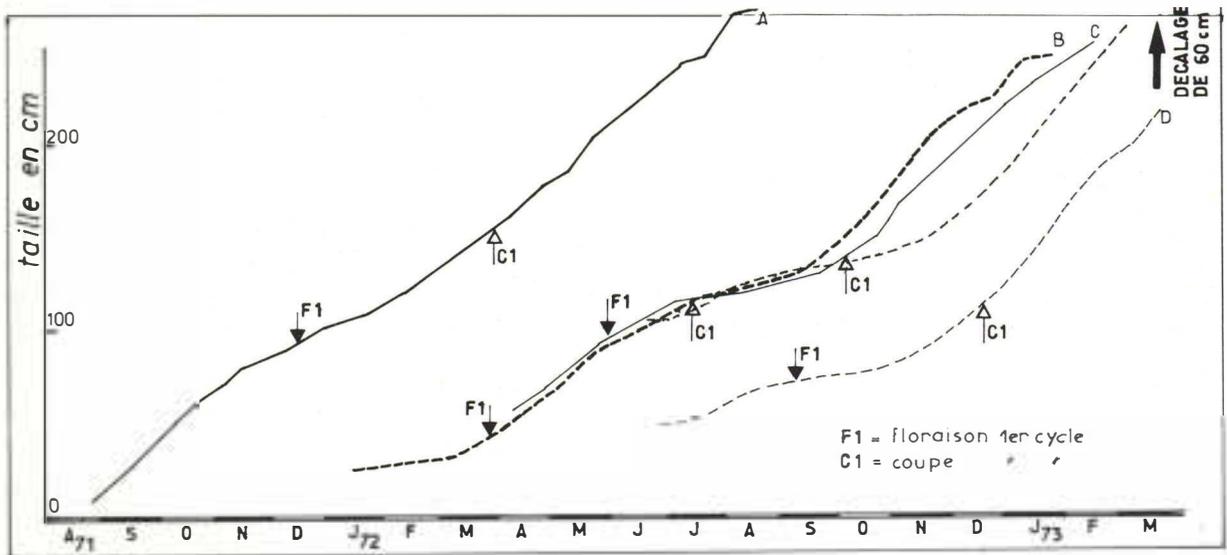


FIGURE 32 - Influence de la petite saison sèche (juillet-août-septembre) sur la croissance en taille des bananiers deuxième cycle. On a matérialisé par deux flèches la période floraison-récolte. Pour la taille série D, on a fait une translation de 60 cm pour toute la courbe, afin de mieux visualiser l'action du climat.

IV.3.1. Taille

La figure 33 donne l'évolution moyenne de la taille pour les bananiers des trois cycles successifs. On remarquera que la hauteur, à l'approche de la floraison, est faible en premier cycle par rapport aux suivants.

En premier cycle, les courbes moyennes de croissance présentent, dans la majorité des cas, deux phases articulées

vers 60-70 jours après mise en terre. Avant, la taille augmente lentement; après, elle progresse rapidement et régulièrement, sauf pour la série 6 après 130 jours (août 1974).

La taille 100 cm est atteinte entre 70 et 90 jours après mise en terre. Le décalage observé entre séries à ce moment subsiste jusqu'à l'approche de la sortie de l'inflorescence (tableau 12).

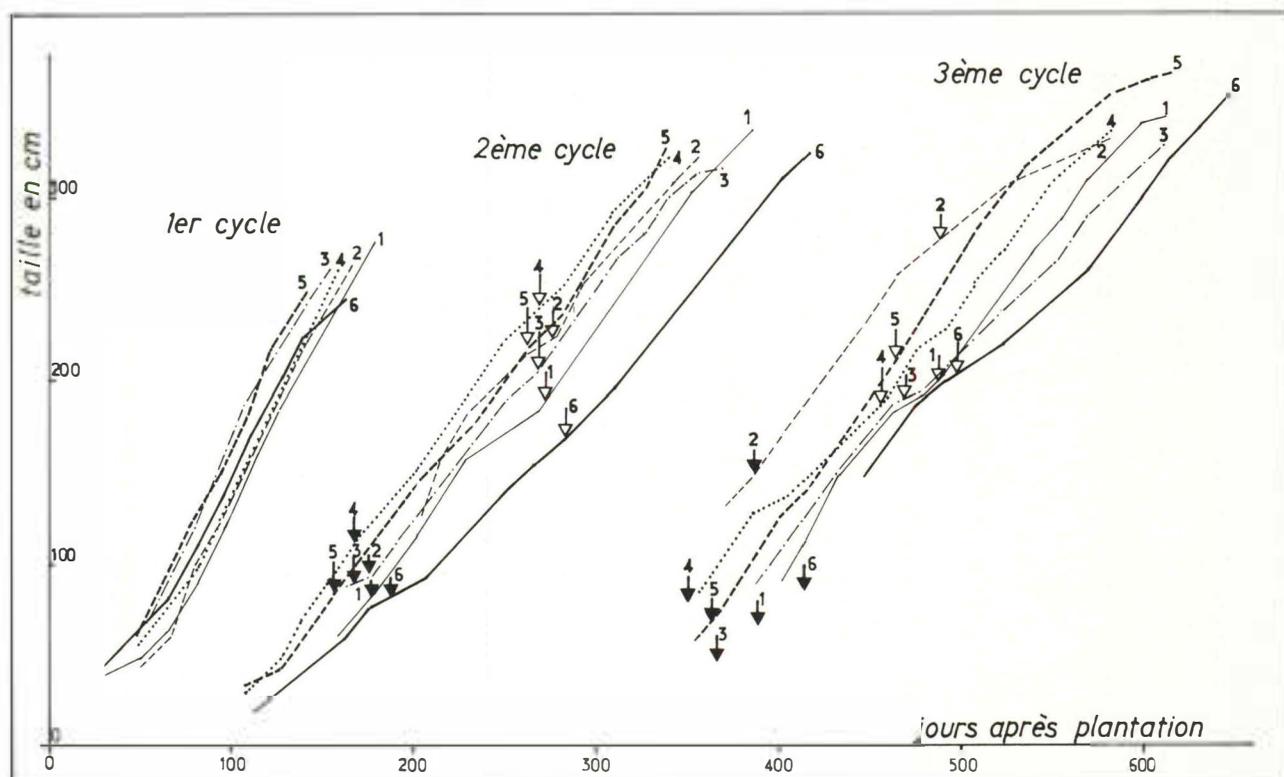


FIGURE 33 - Evolution de la taille pour les bananiers de 3 cycles successifs en sol organique vierge, selon les dates de plantation.

TABLEAU 12 - Temps nécessaire pour atteindre une taille donnée à partir de la plantation (en jours)

Cycle	1				2					3				
Taille en cm	100	150	200	250	100	150	200	250	300	100	150	200	250	300
Mise en terre														
Mai	90	110	140	165	195	230	280	315	355	405	435	490	530	565
Juillet	80	105	135	160		215	250	290	335		390	430	480	525
Septembre	70	95	120	150	180	225	265	300	340	395	435	485	535	580
Novembre	75	105	130	155	160	205	235	280	320	365	420	465	505	550
Janvier	70	95	120	145	170	210	250	290	325	385	420	460	490	525
Mars	75	105	130		215	265	315	355	395		450	495	555	600

La croissance journalière fluctue entre 0,8 et 2,4 cm, elle est minimale en fin de saison sèche et en août-septembre.

En deuxième cycle, les courbes sont plus dispersées, exprimant un démarrage plus ou moins rapide des rejets. A la récolte premier cycle, la taille du rejet se situe entre 160 et 240 cm. La croissance journalière, plus faible sur l'ensemble du cycle (0,7 à 2,0 cm/jour), est minimale en fin de saison sèche et en août-septembre.

Le troisième cycle a le même comportement.

IV.3.2. Circonférence et rapport taille/circonférence

Les courbes d'évolution diffèrent peu de celles de la taille. Le rapport taille sur circonférence à 30 cm (T/C) est plus faible en premier cycle (tableau 13).

Pour toutes les séries, et 2^e et 3^e cycles confondus, le rapport taille/circonférence varie de 4,7 à 4,1 au cours de l'année. Il est maximum en janvier, en février et de fin juin à début septembre.

janvier	4,6	juillet	4,6
février	4,7	août	4,6
mars	4,4	septembre	4,6
avril	4,1	octobre	4,3
mai	4,2	novembre	4,3
juin	4,4	décembre	4,2

Le rapport des croissances journalières moyennes en taille et en circonférence à 30 cm varie de 1,1 à 8,8, bien qu'il soit compris le plus souvent entre 3 et 5. Il est minimum de septembre à début novembre, ainsi que de février à début avril. Les valeurs les plus basses sont observées au début d'avril et d'octobre, les maximums en décembre, début janvier et fin juin-juillet (fig. 34).

Autrement dit, la croissance en taille est privilégiée par rapport à la croissance en circonférence pendant les mauvaises périodes climatiques.

Le rapport de la croissance journalière en circonférence à la quantité de feuilles émises par jour varie peu (il reste

TABLEAU 13 - Rapport taille sur circonférence à 30 cm (T/C)

Plantation	Mai	Juil	Sept	Nov	Janv	Mars	Moyenne
1er cycle	3,42	3,51	3,58	3,45	3,49	3,63	3,51
2ème cycle	4,33	4,41	4,35	4,16	4,47	4,32	4,34
3ème cycle	4,39	4,40	4,26	4,35	4,44	4,50	4,39

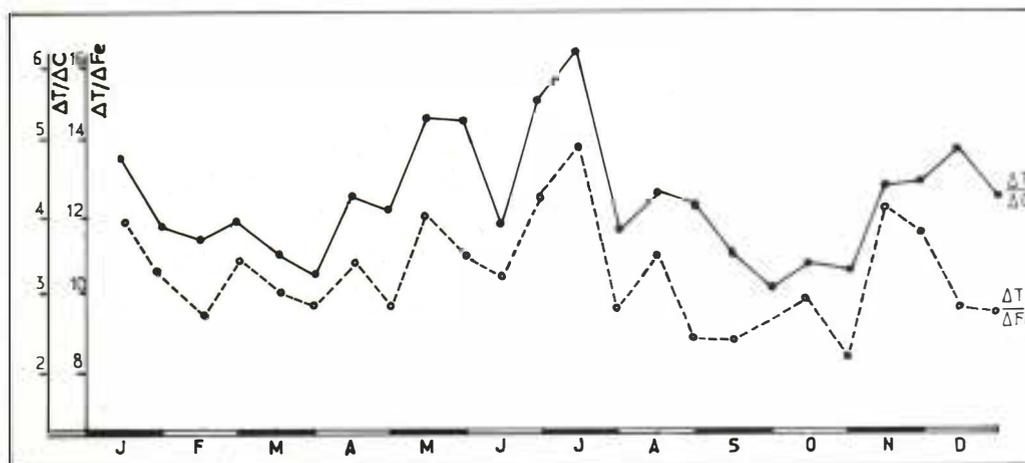


FIGURE 34 - Variations de $\Delta T/\Delta C$ et $\Delta T/\Delta Fe$ au cours de l'année (essai dates de plantation en sol organique vierge).

ΔT = croissance journalière moyenne en taille, en cm
 ΔC = croissance journalière moyenne en circonférence à 30 cm, en cm
 ΔFe = nombre moyen de feuilles émises par jour.

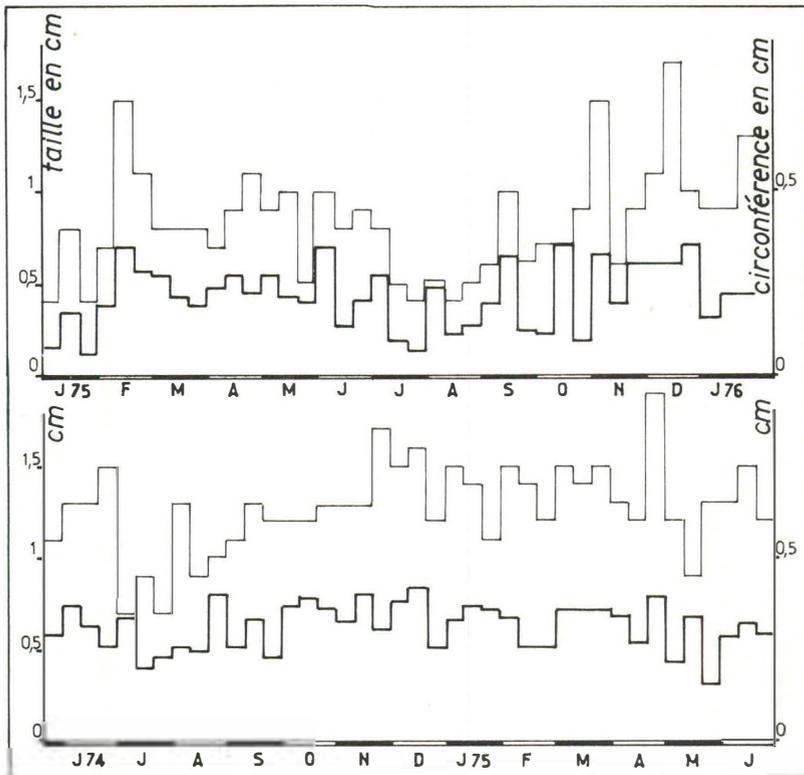
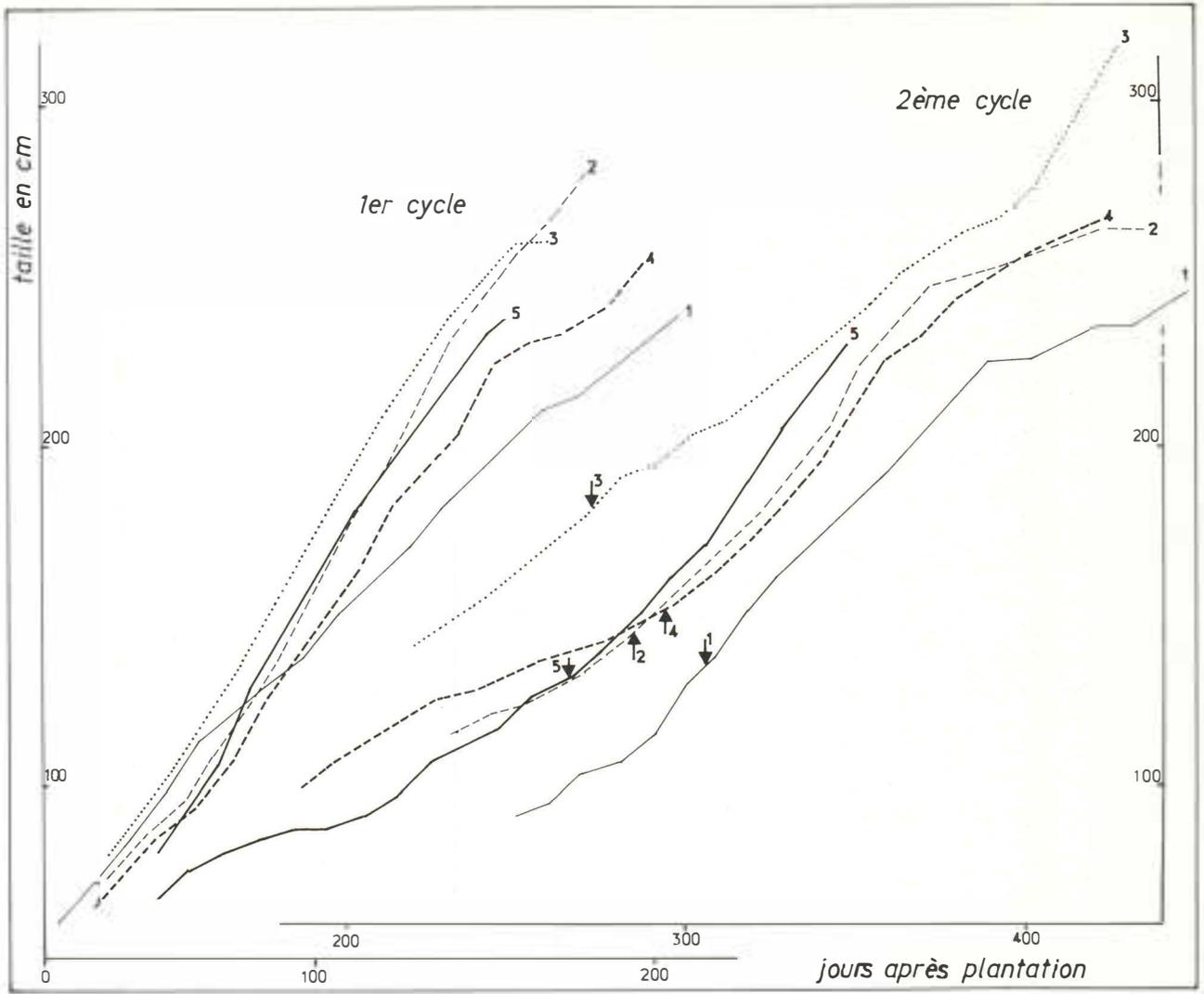


FIGURE 35 - Evolution de la taille des bananiers dans l'essai dates de plantation en sol organique ancien.

▼ date moyenne coupe 1er cycle

FIGURE 36 - Croissance moyenne journalière en taille et en circonférence à 30 cm en sol organique ancien (toutes séries confondues).

— taille — circonférence

compris entre 2 et 3). La croissance en circonférence serait donc en liaison assez étroite avec l'émission des feuilles. Par contre, la taille n'a pas le même comportement, ce qui peut être en relation avec l'incidence des rayons lumineux sur l'élongation des gaines foliaires.

En résumé, on note donc une action du cycle sur la taille, la circonférence et le rapport entre ces deux mesures. De plus, la circonférence semble mieux en harmonie avec l'émission foliaire que la taille. Quel que soit le cycle, la croissance du rejet successeur est forte entre la floraison et la récolte du pied-parent.

IV.4. En sol organique anciennement mis en culture

Nous avons suivi la croissance, pendant les deux premiers cycles, de bananiers plantés à cinq dates différentes :

Série 1	plantée le 26 avril 1974,
2	13 juillet 1974,
3	23 septembre 1974,
4	27 novembre 1974,
5	7 février 1975.

Dès le premier cycle, les courbes d'évolution de la taille selon les dates de mise en terre sont distinctes les unes des autres (fig. 35). Après un départ correct, la plantation d'avril 1974 (série 1) croît lentement, même après la petite saison sèche. Les courbes d'évolution de la taille ne diffèrent que pendant les trois mois après mise en terre (fig. 35). La reprise, rapide pour la plantation de septembre, est tardive pour celle de janvier. La croissance moyenne journalière, qui varie de 0,7 à 1,7 cm/jour, est minimale en juillet et la saison sèche n'a pas d'influence (fig. 36).

En second cycle, la plantation de septembre est en avance sur les autres. Si l'on élimine le retard pris en premier cycle, le temps de croissance diffère peu d'une date de plantation à l'autre. Au voisinage de la récolte premier cycle, la croissance en taille du rejet 2^e cycle s'accélère, mais la vitesse de croissance est plus faible qu'en première génération. Les variations au cours de l'année sont très voisines de celles constatées sur sol organique vierge.

On remarquera que le rapport taille/circonférence à 30 cm évolue peu du premier au deuxième cycle (tableau 14), contrairement à l'essai précédent.

Le rapport T/C augmente depuis la reprise jusqu'à la floraison premier cycle. En seconde génération, il a tendance à diminuer au fur et à mesure que l'on se rapproche de la floraison. Pour toutes les séries confondues, il reste constant au cours de l'année (3,7 à 4,0).

IV.5. Croissance du rejet pendant la période floraison-récolte du pied-parent

En sol organique ancien, la croissance moyenne des rejets reste faible pendant la période floraison-récolte du pied-parent. L'examen des courbes plante par plante laisse apparaître une influence de cette vitesse de croissance sur

la conformation de l'inflorescence produite ultérieurement par le rejet-fils. L'exemple de la quatrième plantation est très convaincant (fig. 37). On remarque, en effet, que la vitesse de croissance diminue à l'approche de la récolte. Plus le ralentissement est intense, plus l'inflorescence produite par le rejet sera petite.

Les courbes font penser à l'action prépondérante de l'inhibition par le pied-parent. Étant donné que celle-ci s'accroît après l'émission de l'inflorescence, il semble que les rejets suffisamment développés y soient moins sensibles.

Trois phases se manifestent entre le stade rejet 60 cm et sa floraison :

1 - Une phase de forte croissance, dont la fin est d'autant plus proche de la récolte premier cycle que la taille augmente rapidement.

2 - Une phase de croissance lente jusqu'à la récolte, où l'accroissement de taille est d'autant plus faible que le rejet au départ est plus petit.

3 - Une phase de croissance rapide après récolte du pied-parent.

Les bananiers produiront un régime d'autant plus gros que la seconde phase sera moins marquée.

IV.6. Synthèse et discussion

L'influence du climat sur les caractéristiques du faux-tronc se manifeste aussi bien en sol ferrallitique qu'en sol organique. S'il est possible de compenser le déficit hydrique par des irrigations, il est par contre impossible d'agir sur la période de juillet à septembre. Dans la pratique, il est donc nécessaire de choisir les dates de mise en terre en fonction de cette saison et ceci d'autant plus qu'une mauvaise reprise influe sur les cycles suivants.

Au point de vue développement, on observe toujours une différence de comportement des plantes en premier cycle par rapport aux suivants.

La comparaison des résultats sur sol organique ancien avec ceux obtenus sur sol organique vierge met l'accent sur plusieurs aspects importants.

En sol organique ancien

- Le rapport taille/circonférence n'est pas modifié suivant le cycle.
- La croissance du rejet entre floraison et récolte y est faible.
- La croissance journalière moyenne en taille est en général moindre.

Étant donné que le climat et les techniques culturales sont identiques sur ces deux types de sols, ces particularités ne peuvent être liées qu'au sol pris dans un sens général (y compris l'action de la culture pendant une vingtaine d'années).

TABLEAU 14 - Rapport taille sur circonférence à 30 cm (T/C)

Date de plantation	1er cycle	2ème cycle
26/04/74	3,62	3,81
13/07/74	3,59	3,93
23/09/74	3,74	3,95
27/11/74	3,74	3,96
07/02/75	3,68	3,99
Moyenne	3,67	3,93

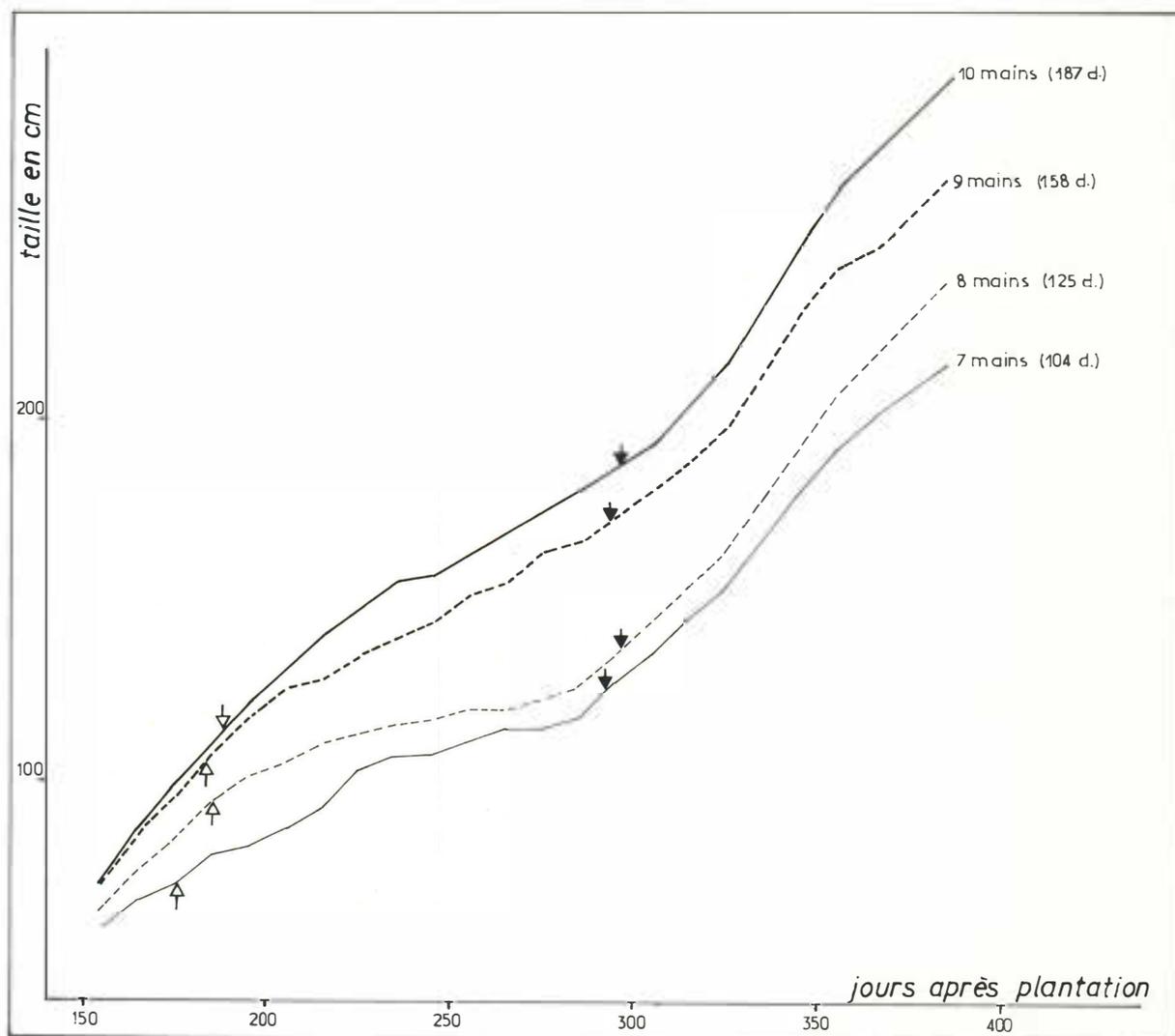


FIGURE 37 - Croissance du plant 2ème cycle en sol organique ancien (série 4) selon le nombre de mains et de doigts obtenu dans l'inflorescence (courbes tracées a posteriori).

↑ floraison 1er cycle —

▼ récolte 1er cycle —

155 jours = 1/5/75

L'information la plus intéressante concerne la croissance du rejet pendant la période floraison-récolte du pied-parent. On constate que le devenir des rejets est lié aux interactions avec le pied-parent et principalement à l'importance de l'inhibition produite par celui-ci. On a vu que la taille du rejet au moment de la récolte du parent était en liaison avec la grosseur de l'inflorescence produite plusieurs mois après. Elle dépend aussi de la vitesse de croissance au moment de la floraison du pied-parent. Plus cette dernière est élevée, plus la phase de croissance rapide est longue et moins la période de stagnation est prononcée.

Les courbes de croissance que nous avons présentées montrent que la période de stagnation à l'approche de la récolte n'existe pas en sol organique vierge, bien au contraire, puisque la croissance s'accélère. Dans ce type de sol, le rejet atteint sa phase indépendante environ un mois après la floraison du pied-mère, alors qu'en terrain organique ancien, il faut attendre au moins la récolte, soit un écart de 2 à 3 mois.

GANRY (48) obtient des courbes intermédiaires. Il note une réduction plus ou moins brutale de la croissance pendant les 20 à 40 jours qui suivent la sortie de l'inflorescence. Cet auteur estime que la dominance, plus ou moins marquée et de durée assez variable, se trouve assez brutalement supprimée. Malheureusement, nous ne possédons pas de plus amples indications, en particulier sur l'interaction de la dominance avec les caractères de l'inflorescence.

On peut se demander s'il s'agit d'une inhibition par le pied-parent ou d'une compétition entre celui-ci et le rejet successeur, ou bien une combinaison des deux. C'est seulement après avoir analysé les caractéristiques du système foliaire et de l'inflorescence que nous pourrions tenter de répondre à cette question. On fera seulement remarquer pour l'instant que la croissance du rejet pendant la période floraison-récolte n'est en liaison ni avec les caractères végétatifs du pied-mère, ni avec les caractéristiques de l'inflorescence 1^{er} cycle.

IV.7. Conclusion

Le point le plus intéressant mis en évidence par les études sur le pseudo-tronc concerne la croissance du rejet au cours de l'intervalle floraison-récolte du pied-mère.

En effet, on a constaté, d'une part qu'au moment de la floraison du pied-mère les tailles des rejets donnant ultérieurement 8 mains et 10 mains, sont déjà différentes, mais surtout que la cinétique de croissance du rejet est marquée - au cours de l'IFC du pied-mère - par un ralentissement très sensible pour les bananiers de 7-8 mains, alors qu'il est à peine perceptible pour les bananiers de 9 et 10 mains.

Nous reviendrons sur ce résultat dans le dernier chapitre de notre exposé.

V. ÉTUDE DU SYSTÈME FOLIAIRE

V.1. Méthodologie

Le bananier émet des feuilles ayant des caractéristiques différentes selon son stade de développement. Il est donc primordial de les repérer par un numéro d'ordre. Nous avons choisi deux systèmes de numérotation :

a) *Numérotation en chiffres arabes* : de 1 à n

La feuille 1 (F 1) est la première émise au moment de la reprise ou au début des cycles suivants. Sa définition a fait l'objet de nombreuses controverses, puisque l'on passe progressivement des écailles à une feuille entière avec limbe. On aura l'occasion de discuter de ce problème au cours de l'analyse de l'évolution des dimensions des feuilles. Cependant, dans toutes nos expérimentations, la feuille F 1 est définie comme étant la **première feuille ayant un limbe de plus de dix centimètres de largeur dans sa partie la moins étroite**. Cette numérotation arabe permet de comparer les plantes dès les premières phases d'un essai.

b) *Numérotation en chiffres romains* de I à N

Dans la littérature, la feuille I (F I) est la dernière émise au moment de l'observation. Prise dans ce sens, la numérotation est donc toute relative et définit plus un état de vieillissement de la feuille qu'un état de développement de la plante. D'ailleurs c'est bien à cela qu'elle correspond lors des échantillonnages en physiologie.

Personnellement, nous avons apporté une précision supplémentaire afin de faire correspondre cette numérotation romaine au développement de la plante. On considère comme feuille I la dernière émise avant les feuilles bractéales précédant la sortie de l'inflorescence. Elle présente souvent les dimensions maximales (longueur et largeur), mais ce n'est pas toujours le cas. **C'est la feuille située juste avant la décroissance brutale de la longueur du limbe**, annonçant la floraison. Dans ce sens restrictif, la numérotation romaine a pour avantage de mieux correspondre à l'évolution morphogénétique de la plante, puisque l'imprécision rencontrée en numérotation arabe est éliminée. Par contre, l'inconvénient est de ne pouvoir l'utiliser qu'*a posteriori* : elle n'est d'aucun intérêt au cours de l'expérimentation.

En pratique, on se sert de l'abréviation F 3 lorsque la feuille est repérée dans le sens chronologique d'émission et de l'abréviation F III lorsque le repérage est en sens inverse.

Trois aspects principaux sont à considérer dans l'étude du système foliaire du bananier :

1 - Le nombre de feuilles émises jusqu'à la floraison, en liaison avec la climatologie et les caractéristiques du régime, tout en tenant compte du temps d'émission et de la durée de vie de chaque feuille.

2 - Les caractéristiques de chaque feuille selon la période de formation. Suivant les indications obtenues, il est néces-

saire d'examiner les relations éventuelles entre ces caractères et la formation de l'inflorescence.

3 - La vitesse de sortie des feuilles (croissance du cigare) en fonction du stade de développement de la plante et des facteurs écologiques.

Nous avons réalisé quatre types d'observations :

- les dimensions de chaque feuille,
- la détermination du rythme d'émission,
- la vitesse de sortie des feuilles,
- le nombre des feuilles.

Dimensions de chaque feuille

Les caractères observés, longueur et largeur, se rapportent tous au limbe. La longueur (L) correspond à la distance entre base du limbe et apex; elle se mesure sur la nervure médiane. La largeur (l) est prise dans la partie la moins étroite, c'est donc une valeur maximale.

A partir de ces deux mesures, deux indices sont calculables :

- la surface foliaire, estimée par l'équation $0,8 (L \times l)$ SIMMONDS (120),
- le rapport foliaire L/l .

Temps d'émission

Il se définit par le temps qui s'écoule entre l'émission de deux feuilles successives. Son estimation peut être faite à divers stades de sorties des feuilles :

- lorsque la feuille est complètement étalée,
- lorsque le cigare est pointant,
- lorsque la feuille est au stade cornet évasé.

Ces trois définitions présentent des imperfections. Dans la majorité des cas, c'est la première qui est utilisée et ce d'autant plus qu'elle correspond mieux à la réalité, puisqu'elle intègre tous les événements liés à la feuille avant sa "mise en service".

Vitesse de sortie de la feuille

L'observation consiste à mesurer la partie visible du cigare foliaire, depuis le V formé par les ailes pétiolaires des deux feuilles précédentes sorties jusqu'à l'appendice apical du cigare (fig. 38).

Pendant la période de sortie rapide du cigare, les mensurations sont faites plusieurs fois par jour (nombre variable selon l'objectif des mesures).

Lorsque le limbe est complètement étalé, on fait une seule mesure à 8 h et lorsque les résultats sont les mêmes pendant 4 jours consécutifs, l'observation est arrêtée sur cette feuille. Les divers stades de déroulement du cigare sont définis figure 39.

Nombre des feuilles

A chaque observation du faux-tronc, un comptage des feuilles est réalisé. Le nombre de feuilles émises depuis

la F I est facile à trouver si, à chaque passage, l'observateur prend le soin de marquer la dernière feuille apparue (n° porté au marqueur sur le pétiole).

Le nombre de feuilles vivantes est plus subjectif à définir et ne dépend pas seulement de la vie de la plante. La notion de feuille fonctionnelle n'a jamais été clairement précisée. Dans nos essais, on admet qu'une feuille n'est plus fonctionnelle lorsque moins de la moitié du limbe est vert. Outre le facteur vieillissement normal, la mort d'une feuille peut être due aux maladies cryptogamiques, aux dégâts d'insectes, aux pratiques culturales, sans oublier le vent.

V.2. Nombre de feuilles émises

On peut se demander si le nombre de feuilles produites par un bananier est fonction du temps d'émission et de leur durée de vie.

V.2.1. Temps d'émission et stade de développement

L'intervalle entre le déroulement de deux feuilles consécutives n'est pas constant. Il croît jusqu'à la sortie de la plus longue feuille (dite F I).

La figure 40 en donne les caractéristiques pour des bananiers cultivés sur sol minéral à Azaguié et sur sol organique au Niéky. Dans ce dernier cas, la durée est toujours plus faible que dans l'autre. On peut considérer deux périodes principales :

- avant la feuille F XX, le temps d'émission est sensiblement constant, compris entre 4 jours-4 jours et demi pour le Niéky et 5 jours-5 jours et demi pour Azaguié,
- après la feuille F XX, il augmente jusqu'à la feuille F I au Niéky (8,1 jours) et F V pour Azaguié (10,3 jours).

V.2.2. Nombre de feuilles émises en fonction de la climatologie

V.2.2.1. *Sur sol ferrallitique* (fig. 41), **en premier cycle**, le nombre de feuilles émises jusqu'à 50 jours est compris entre 3,5 et 5,1. Les mises en terre d'août et de novembre ont un taux d'émission faible. Sur l'ensemble de la durée du cycle, il s'écoule en moyenne 7 jours entre l'émission de deux feuilles successives. Les conditions climatiques de juin, juillet, août, puis de janvier, février accroissent cet intervalle.

En second cycle, le temps d'émission est plus long (11 à 15 jours).

Les observations indiquent bien que la production foliaire est liée au stade de développement de la plante et aux conditions climatiques (fig. 41).

L'examen du second cycle permet de distinguer deux stades :

- un stade rejet où l'émission foliaire est lente et les feuilles étroites,
- une phase végétative indépendante.

L'action du climat a été très sensible en décembre 1971 et janvier 1972 (fig. 42). La sécheresse d'une part et l'har-

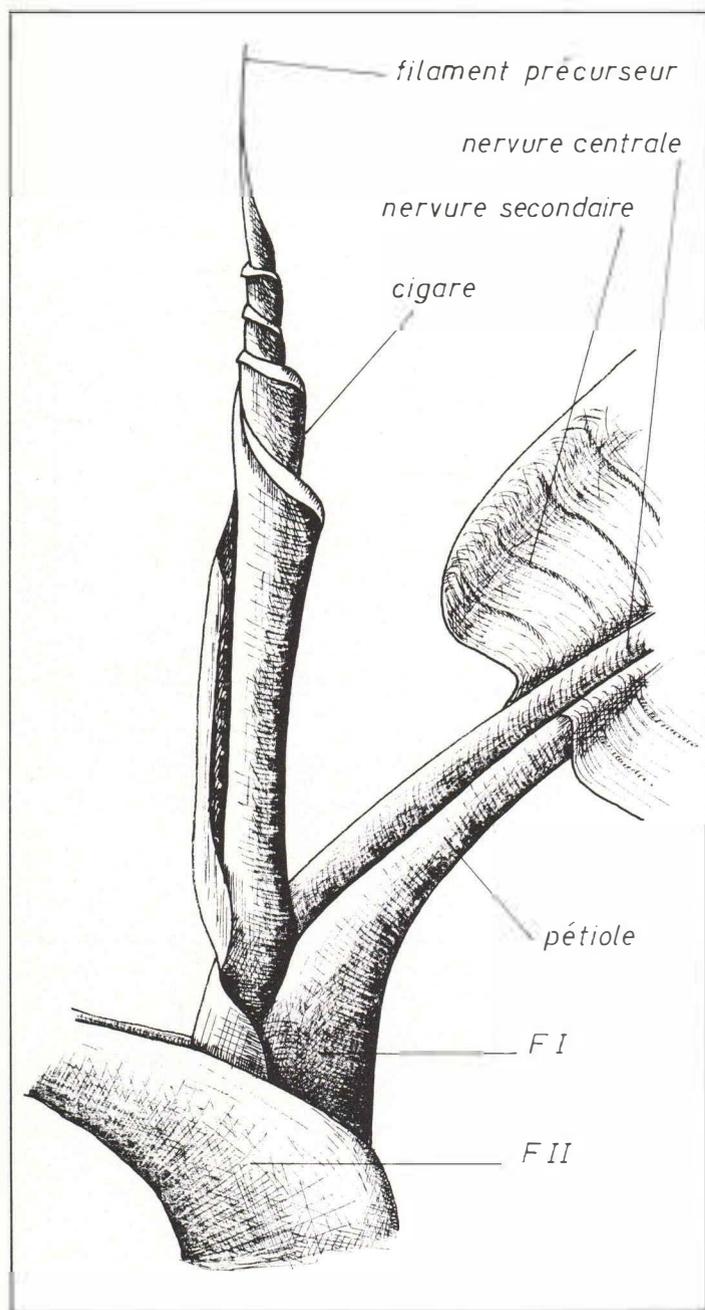


FIGURE 38 - Cigare foliaire

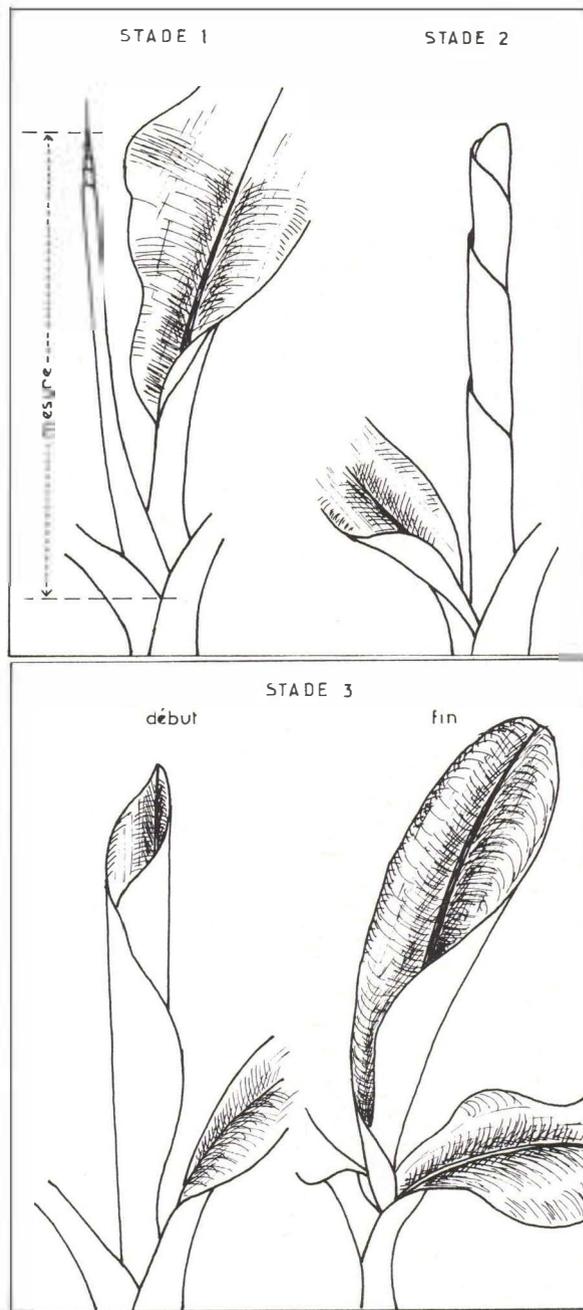


FIGURE 39 - Divers stades de déroulement du cigare

matan d'autre part ont provoqué un accroissement considérable du temps d'émission foliaire.

V.2.2.2. Sur sol organique vierge, il faut de 50 à 70 jours après plantation pour atteindre la F 5 (tableau 15). Lorsque la reprise est rapide, le cycle est bien plus court. Ainsi les meilleures périodes de plantation sont celles de fin janvier et fin mars et la plus mauvaise celle de fin juillet.

Le temps qui s'écoule entre F 20 du premier cycle et F 5 du second varie de 84 à 142 jours. Il est maximum lorsque la période floraison-récolte du pied-parent s'effectue de juin à septembre. Entre la F 20 du second cycle et la F 5 du troisième, l'intervalle de temps est compris entre 24 et 114 jours. On peut estimer que 24 jours est un cas exceptionnel; la durée normale est de 80 à 115 jours.

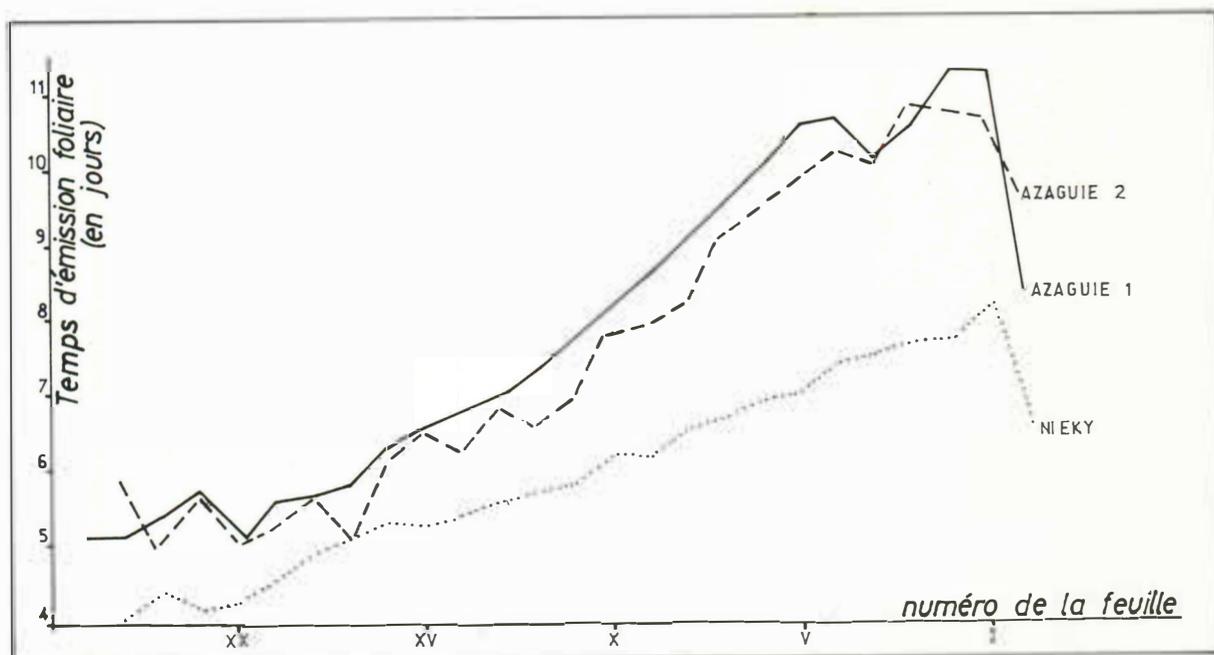


FIGURE 40 - Evolution de l'intervalle de temps (en jours) entre le déroulement de deux feuilles consécutives (temps d'émission foliaire) au cours du développement de la plante.

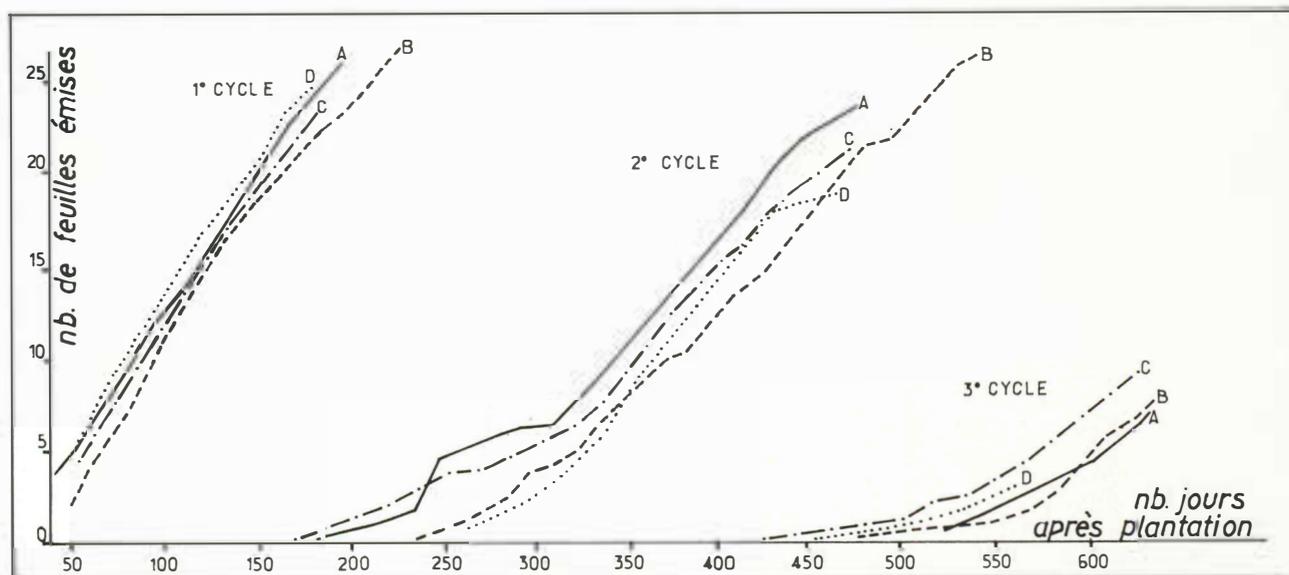


FIGURE 41 - Nombre cumulé de feuilles émises au cours de chacun des trois premiers cycles. Influence des dates de plantation en sol ferrallitique à la station IRFA d'Azaguié.

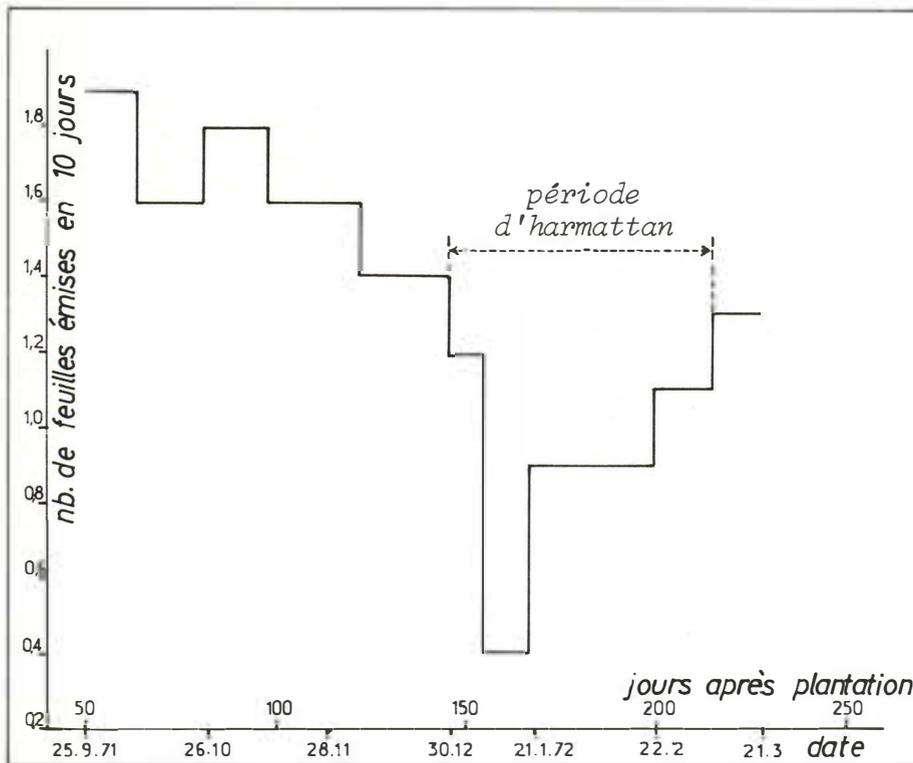


FIGURE 42 - Influence de l'harmattan sur le temps d'émission foliaire (Azaguié 1971-1972)

Le temps d'émission n'a pas été influencé par les mois de juillet et d'août en 1973. En 1974 et 1975, il est faible en seconde quinzaine de mars (températures assez basses, pluviométrie réduite, insolation faible). Le ralentissement de juin s'explique par la forte pluviométrie, dont l'effet se ressent jusqu'au 16 juillet. On constate une bonne reprise en seconde quinzaine de juillet, suivie d'un effet très défavorable de la climatologie d'août.

V.2.2.3. Sur sol organique de mise en culture ancienne

On constate que la date de mise en terre intervient peu sur le temps d'apparition de la feuille F 5 (entre 39 et 48 jours).

En premier cycle, le temps d'émission croît de la F 5 à la F 20, tout particulièrement en juillet, août et début septembre. La saison sèche n'a pas eu d'incidence particulière.

En second cycle, le temps d'émission est plus faible qu'en premier cycle. Le délai entre F 20 premier cycle et F 5 deuxième cycle est compris entre 104 et 159 jours.

On aboutit donc à des conclusions sensiblement identiques à celles obtenues dans l'essai sur sol organique vierge. On peut dire que, dans les conditions de cette étude, la saison sèche a une influence relativement limitée, malgré l'absence d'irrigations. La période la plus défavorable se localise de juillet à septembre, pour diverses raisons :

- climat caractérisé par des températures faibles, avec une nébulosité élevée ralentissant la photosynthèse,
- lixiviation abondante des éléments fertilisants se traduisant par une sous-alimentation de la plante,
- parasitisme racinaire en recrudescence.

V.2.3. Durée de vie des feuilles

Au moment de la floraison, il reste au moins 11 feuilles dites fonctionnelles, mais rarement plus de 15 (tableau 16). La variabilité entre les séries est provoquée par l'action de la cladosporiose et surtout le vent.

Dans l'essai sur sol organique vierge, la durée de vie des feuilles F 2 à F 9 est fonction du stade de la plante, du cycle et de la période de l'année. La durée de vie est plus élevée en second et troisième cycle; par exemple, la moyenne pour les F 2 à F 9 est de 64 jours en premier cycle, 88 jours en deuxième cycle et 86 jours en troisième cycle. Elle croît en s'approchant de la floraison, du moins de la F 2 à la F 9 (tableau 17).

Pour des feuilles de rang plus élevé, on atteint des durées de 120 à 140 jours.

La durée de vie est minimum pendant les périodes favorables au développement de la cladosporiose, c'est-à-dire à partir de septembre jusqu'en février et parfois mars. Il s'agit donc d'une liaison indirecte avec la climatologie.

TABLEAU 15 - Caractéristiques de l'émission foliaire en sol organique vierge.

Plantations		1	2	3	4	5	6	
		25.05.73	25.07.73	25.09.73	25.11.73.	25.01.74	25.03.74	
1 ^{er} cycle	jour d'émission de la	F5	66	72	62	-	48	56
		F10	92	92	86	-	72	80
		F15	118	118	112	-	96	108
		F20	148	144	142	-	122	130
	rythme d'émission entre (en jours)	F5 -F10	5,2	4,0	4,8	-	4,8	4,8
		F10-F15	5,2	5,2	5,2	-	4,8	5,6
		F15-F20	6,0	5,2	6,0	-	5,2	4,4
	période de l'année pour émission	F5	30.07.73	05.10.73	26.11.76	-	14.03.74	20.05.74
		F10	25.08	25.10	20.12	-	07.04	13.06
		F15	20.09	20.11	14.01.74	-	01.05	11.07
		F20	20.10	16.12	14.02	-	27.05	02.08
	2 ^{ème} cycle	jour d'émission de la	F5	262	228	230	208	212
F10			298	276	272	248	254	318
F15			336	314	310	292	292	354
F20			376	360	354	334	332	392
rythme d'émission entre (en jours)		F5 -F10	7,2	9,6	8,4	8,0	8,4	9,2
		F10-F15	7,6	7,6	7,6	8,8	7,6	7,2
		F15-F20	8,0	9,2	8,8	8,4	8,0	7,6
période de l'année pour émission		F5	11.02.74	10.03.74	13.05.74	21.06.74	25.08.74	22.12.75
		F10	18.03	27.04	24.06	31.07	06.10	07.02
		F15	26.04	04.06	01.08	13.09	13.11	15.03
		F20	06.06	20.07	14.09	25.10	23.12	22.04
3 ^{ème} cycle		jour d'émission de la	F5	456	384	454	438	446
	F10		506	432	500	482	488	538
	F15		540	480	544	522	524	582
	F20		580	526	582	560	572	624
	rythme d'émission entre (en jours)	F5 -F10	10,0	9,6	9,2	8,8	8,4	11,6
		F10-F15	6,8	9,6	8,8	8,0	7,2	8,8
		F15-F20	8,0	9,2	7,6	7,6	9,6	8,4
	période de l'année pour émission	F5	24.08.74	13.08.74	23.12.74	07.02.75	17.04.75	19.07
		F10	13.10	30.09	08.02.75	23.03	29.05	15.09
		F15	16.11	17.11	24.03	02.05	04.07	29.10
		F20	26.12	02.01.75	01.05	09.06	21.08	10.12
	temps en jours entre	F5	1 et 2 ^{ème} cycle	196	156	168	-	164
2 " 3 "			196	156	224	230	234	208
F10		1 et 2 "	206	184	186	-	182	238
		2 " 3 "	208	156	228	234	234	220
F15		1 et 2 "	218	196	198	-	196	246
		2 " 3 "	204	166	234	230	232	228
F20		1 et 2 "	228	216	212	-	210	262
		2 " 3 "	204	166	228	226	240	232
temps en jours entre	F20 1° et F5 2° cycle	114	84	88	-	90	142	
	" 2° " " 3° "	80	24	100	104	114	88	

TABLEAU 16 - Nombre de feuilles fonctionnelles à la floraison

Séries	Sol organique vierge			Sol organique ancien	
	1er cycle	2ème cycle	3ème cycle	1er cycle	2ème cycle
1	14,9	12,5	12,7	14,8	11,8
2	13,1	12,5	12,5	16,3	11,7
3	12,7	12,2	12,8	16,3	13,2
4	13,9	13,6	12,9	12,8	-
5	12,1	13,0	12,7	12,3	-
6	12,7	12,8	-	-	-

TABLEAU 17 - Durée de vie des feuilles F 2 et F 9 selon le cycle (en jours)

Cycle	Feuille F 2	Feuille F 9	Accroissement
Premier cycle	50,4	73;6	+ 3,3 j/F
Deuxième cycle	73,8	88,0	+ 2,0 j/F
Troisième cycle	61,0	105,5	+ 6,4 j/F

Les observations réalisées ne permettent pas de mettre en évidence une régulation du nombre de feuilles vivantes par la plante elle-même.

Elles montrent cependant que la durée de vie des feuilles est la résultante de trois causes principales :

- le cycle,
- le stade de développement de la plante,
- les conditions d'apparition et de multiplication de la cladosporiose.

V.2.4. Discussion

Le temps d'émission foliaire augmente des premières aux dernières feuilles émises. C'est une constatation qui a été faite sur tous les cultivars. Outre cet aspect lié au développement, on note une influence non négligeable des facteurs écologiques. Dans nos essais, l'action du climat est fonction du type de sol.

En sol ferrallitique, le déficit hydrique, la faible insolation et les basses températures sont limitants. En sol organique, le déficit hydrique ne semble pas intervenir d'une manière prépondérante.

L'action des températures sur le temps d'émission foliaire a pu être mise en évidence à l'occasion des périodes d'harmattan. TURNER (140), en Australie, a bien étudié cette influence de la température. Il a même trouvé une liaison statistiquement significative avec la vitesse du vent et l'humidité de l'air. A 14 °C, l'émission foliaire est très réduite (même pas une demi-feuille par mois). Les conditions favorables se situent au-dessus de 24 °C, ce qui est le cas, la plupart du temps, en Côte d'Ivoire. KUHNE (63) sur 'Dwarf

Cavendish' en Afrique du Sud, a confirmé cette relation avec la température.

La durée de vie des feuilles est fonction du stade de développement de la plante et du parasitisme. D'autre part, la nutrition peut avoir une influence notable; c'est le cas en particulier des carences en potassium et en magnésium en période préflorale. MARTIN PREVEL et CHARPENTIER (83), dans une étude de carences en milieu artificiel, ont bien souligné l'influence de la nutrition en éléments minéraux majeurs. Ils ont obtenu les données suivantes :

Témoin	: 103 à 151 jours,
Carence en N	‡ 61 à 78 jours,
Carence en K	‡ 58 à 73 jours,
Carence en Ca	‡ 89 à 112 jours,
Carence en Mg	‡ 31 à 48 jours,
Carence en P	‡ 86 à 100 jours.

CHAMPION (20) a montré que la sécheresse réduisait la durée de vie des feuilles. MOREAU (99), sur 'Gros Michel' en Équateur, indique qu'elle augmente avec les dimensions du limbe, c'est-à-dire avec l'approche de la floraison. Elle passe de 50 jours pour la F 10 à 150 jours pour la F 36.

Les expériences de défoliation réalisées en Côte d'Ivoire par CHARPENTIER (28, 29, 30) ont apporté d'utiles indications sur la quantité de feuilles requises pour la production d'une inflorescence normale. Les défoliations, même 4 mois avant la floraison (8 feuilles sorties), n'ont eu d'action ni sur le nombre de feuilles émises (25 à 28), ni sur le temps d'émission, ni sur l'intervalle plantation-floraison. Autrement

dit, nombre de feuilles émises et temps d'émission, dans les conditions de l'essai, sont des caractères fixes. Le fonctionnement du méristème apical n'a pas été perturbé. Une défoliation précoce, de 2 mois à 4 mois avant la floraison, et suffisamment sévère (limitation du nombre de feuilles à 4 ou 6), a pour conséquence une réduction sensible du nombre de mains et de doigts. La perte de poids du régime est très importante. Lorsqu'on laisse 8 feuilles, le nombre de mains et de doigts n'est que très légèrement réduit, quoique le poids du régime soit nettement plus faible. La conservation de 4 à 6 feuilles un mois avant floraison n'a d'action que sur les caractéristiques des doigts. Les différences sont surtout sensibles dans les deux premières mains (4 fruits de moins pour une défoliation à - 4 mois avec 4 feuilles). Avec d'autres constatations, CHARPENTIER suggère que l'ébauche de la main serait formée longtemps avant les ébauches florales. Le maintien de 4 feuilles vivantes a permis de préciser que l'inflorescence se forme entre 3 mois et 1 mois et demi avant la floraison. La mise en place des ébauches des mains successives serait assez lente.

De ce travail, on pourrait conclure également que le maintien à 8 feuilles est suffisant pour assurer un développement normal du régime jusqu'à la récolte.

V.3. Caractéristiques des feuilles

V.3.1. Caractéristiques moyennes

Les données du premier et du deuxième cycle montrent une différence très appréciable de comportement lorsque les plants sont jeunes. Les valeurs moyennes sont données dans le tableau 18 et représentées sur la figure 43. Les feuilles a et b sont en réalité des bractées à caractère foliaire. Elles correspondent au passage de la phase végétative à la phase florale.

V.3.1.1. Longueur des limbes

Le limbe des feuilles successives augmente en longueur de la F XXII à la F I. Malgré une même longueur au niveau des feuilles F XXI et F I, l'évolution de la longueur entre celles-ci est bien différente en premier cycle de celle en second cycle.

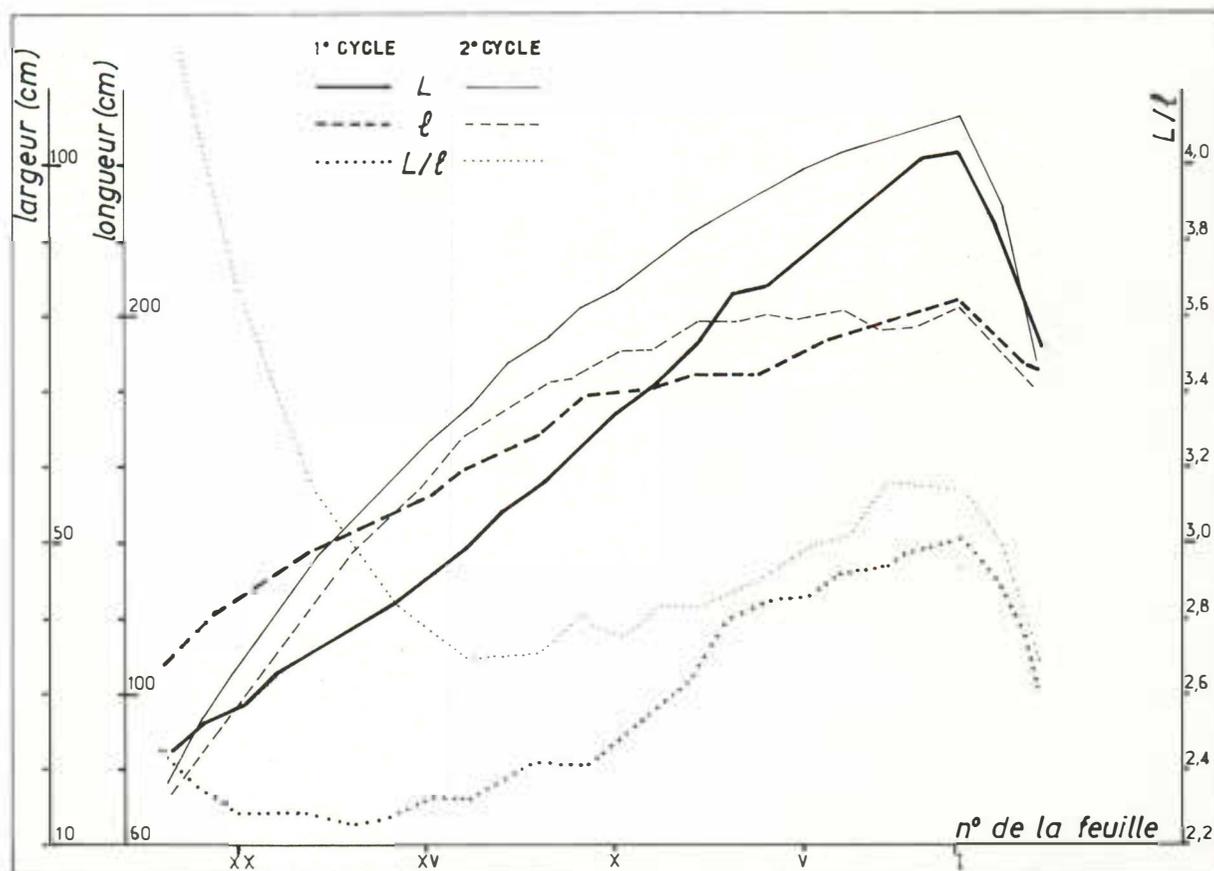


FIGURE 43 - Caractéristiques moyennes des feuilles émises en premier et second cycles en fonction de leur localisation sur la plante.

L = Longueur (en cm) - l = largeur (en cm) - L/l = rapport foliaire

TABLEAU 18 - Caractéristiques moyennes des feuilles émises en premier et deuxième cycles.

N° ordre feuille	Premier cycle				Deuxième cycle			
	L en cm	ℓ en cm	L/ℓ	Surface(cm ²)	L en cm	ℓ en cm	L/ℓ	Surface(cm ²)
a	191	73,2	2,61	11210	186	69,8	2,66	10390
b	224	77,6	2,88	13890	228	75,9	3,00	13840
I	244	81,0	2,99	15970	252	80,7	3,12	16270
II	241	80,8	2,98	15510	248	78,5	3,15	15570
III	222	79,1	2,94	14760	246	77,9	3,15	15330
IV	226	77,6	2,91	14040	242	80,3	3,01	15550
V	218	76,1	2,85	13250	239	79,9	2,99	15280
VI	209	73,6	2,84	12320	234	80,0	2,92	14980
VII	206	73,3	2,80	12070	227	79,2	2,86	14380
VIII	192	72,3	2,65	11100	222	78,6	2,82	13960
IX	182	70,7	2,57	10290	215	75,9	2,83	13050
X	175	69,9	2,49	9760	207	75,2	2,75	12450
XI	166	68,8	2,40	9110	202	72,1	2,80	11650
XII	156	64,4	2,42	8050	194	71,2	2,72	11050
XIII	147	62,5	2,37	7430	186	68,3	2,72	10160
XIV	139	59,9	2,32	6670	175	64,6	2,70	9040
XV	131	56,4	2,32	5910	166	59,4	2,79	7890
XVI	124	54,2	2,28	5370	156	54,1	2,88	6750
XVII	118	52,5	2,25	4960	146	48,6	3,00	5680
XVIII	112	49,5	2,27	4450	135	43,0	3,13	4640
XIX	106	46,6	2,27	3940	123	36,0	3,41	3540
XX	98	43,0	2,28	3380	108	29,5	3,66	2550
XXI	91	39,3	2,32	2870	93	22,6	4,11	1680
XXII	84	34,7	2,42	2330	76	16,5	4,60	1000

L'accroissement de longueur, lent au début de la première génération, est très rapide pour la seconde. C'est l'inverse qui se produit à l'approche de l'émission de l'inflorescence. Ceci est également net pour les valeurs plante par plante (fig. 44).

Les exemples donnés sur cette figure montrent qu'il peut se produire, chez certaines plantes, un palier d'évolution de longueur entre F XVII et F XIV. Cependant, il n'y a pas de liaison entre cet arrêt et la longueur des feuilles émises par la suite, de même qu'avec la taille de l'inflorescence.

V.3.1.2. Largeur des limbes

Comme pour la longueur, le comportement du premier et du second cycle n'est pas identique, du moins jusqu'à la F XI-F XII. On distingue trois phases :

- avant la F XII pour le 2^e cycle et avant la F XI pour le 1^{er} cycle : l'accroissement de largeur entre deux feuilles

successives est de 2,9 cm en premier cycle et de 5,5 cm en second cycle. Cette période peut être scindée en deux au niveau de la F XVI en 1^{er} cycle et de la F XVIII en 2^e cycle.

- de la F XII ou F XI à la F I : l'accroissement de largeur est de 1,6 cm pour le premier cycle et de 0,9 cm pour le second.

- après la F I (feuilles bractéales).

Nous observons ces trois phases pour tous les plants. Le plus souvent, la largeur augmente peu de la F XII à la F I. On constate, par exemple, pour les bananiers 3D-1Y-28 et 3D-1Y-21, un palier très accentué (parfois avec diminution de la largeur) jusqu'à la F XVI ou F XIV. Mais cet arrêt n'a d'influence ni sur les caractères des feuilles suivantes, ni sur la conformation de l'inflorescence.

V.3.1.3. Rapport entre longueur et largeur des feuilles

Les indications précédentes montrent que les deux paramètres longueur et largeur n'évoluent pas de la même façon

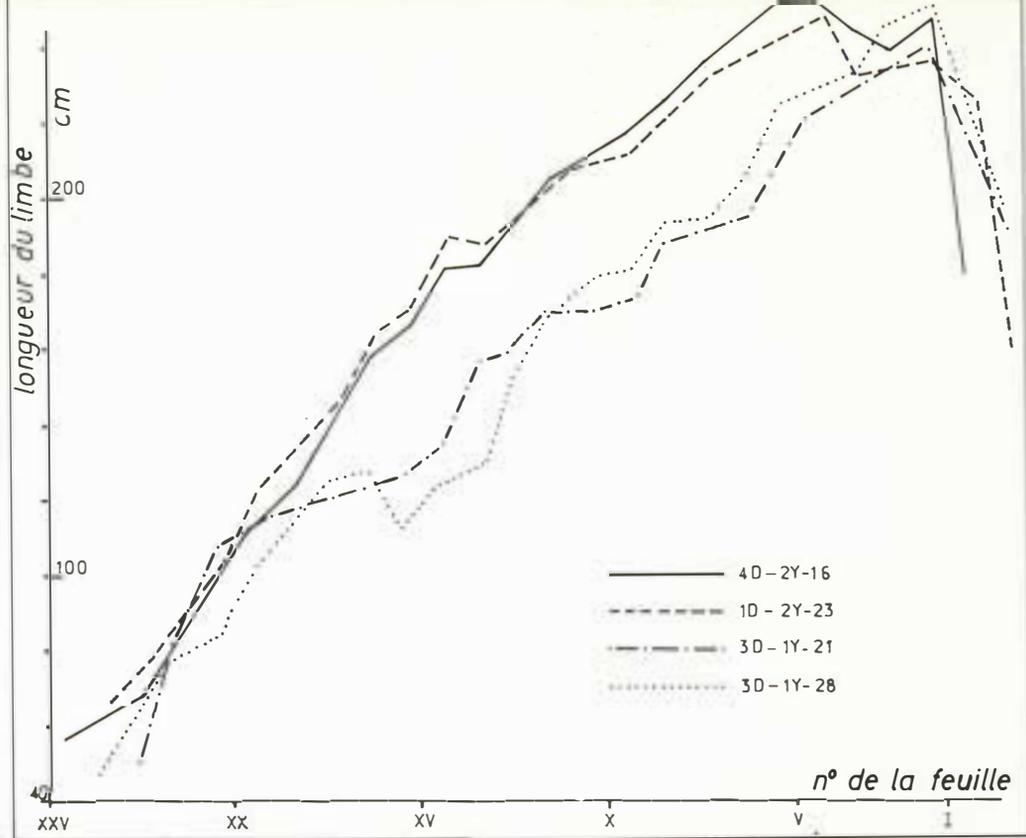


FIGURE 44 - Longueur du limbe des feuilles émises au cours du développement de deux plantes en 1er cycle et deux plantes en 2ème cycle.

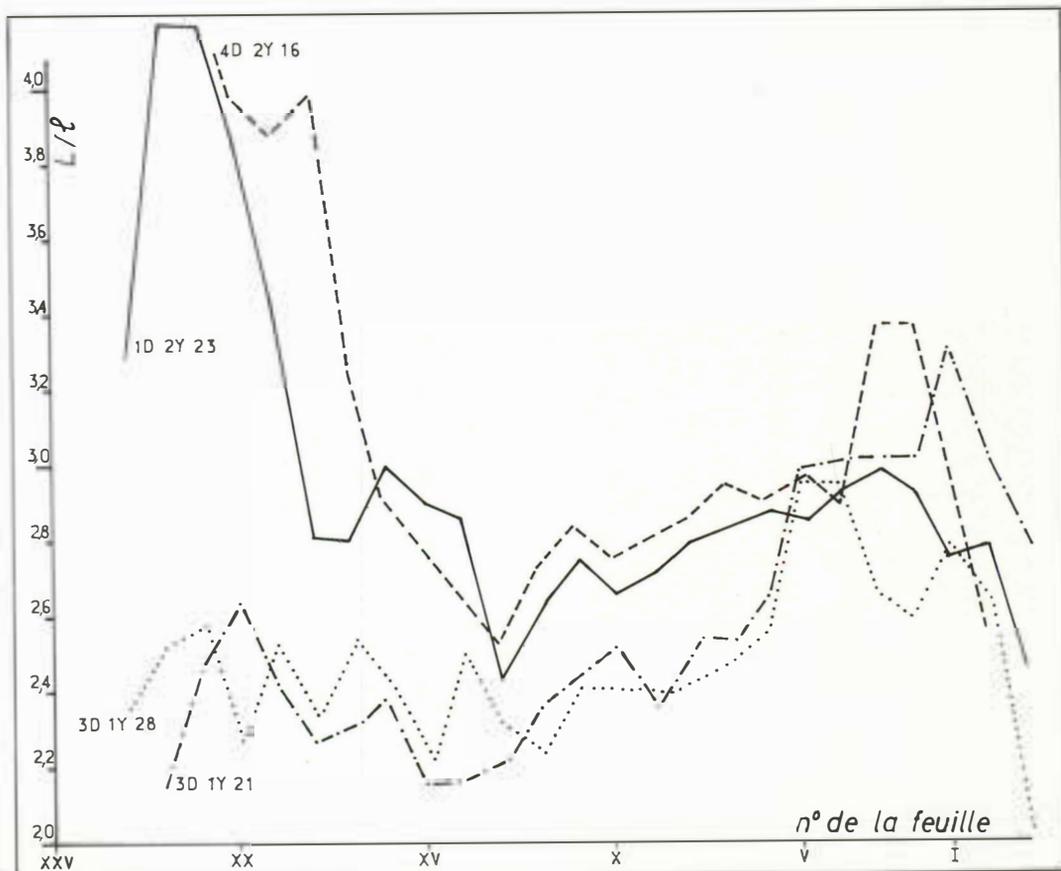


FIGURE 45 - Rapport foliaire (longueur/largeur) pour les feuilles successives émises en 1er et second cycle.

4D 2Y 16 et 1D 2Y 23 = deux plantes de 2ème cycle
 3D 1Y 28 et 3D 1Y 21 = deux plantes de 1er cycle

au cours du développement du bananier. Alors que la longueur croît très sensiblement jusqu'à l'approche de la F I, la largeur augmente peu à partir de la F XII. Par conséquent, le rapport foliaire longueur/largeur (L/l) n'est pas constant. Une très grande différence de comportement s'observe entre premier et deuxième cycle, particulièrement pour les premières feuilles formées. L/l est toujours assez élevé en seconde génération. Alors qu'en premier cycle le rapport foliaire change assez peu de F XXII à F XIV, en second cycle, il est très élevé à la F XXII et décroît rapidement jusqu'à la F XIV (fig. 45).

En premier cycle, la valeur minimum est voisine de 2,15 et le maximum de 3,0. Cependant, ces valeurs diffèrent sensiblement d'une série à l'autre et le minimum n'est pas toujours obtenu pour une feuille de même rang. Le plus souvent, plusieurs feuilles présentent la même valeur.

En second cycle, la valeur la plus faible est comprise entre 2,56 et 2,75 et le maximum, à l'approche de la floraison, varie de 3,05 à 3,28. Le minimum se situe toujours de F XV à F XIII.

L'observation du rapport L/l plante par plante (fig. 45) montre une grande variabilité d'une feuille à la suivante pour les premières du premier cycle principalement. En second cycle, on a une valeur minimum très nette qui, sur les exemples donnés, se situe à la F XIII.

En portant en ordonnée la longueur et en abscisse la largeur des limbes foliaires, on obtient des renseignements complémentaires à ceux obtenus par le rapport L/l . En premier cycle, la courbe s'infléchit au niveau de la F XI, alors qu'en second cycle, on trouve deux points d'inflexion, l'un à la F XIV et l'autre à la F XI (fig. 46).

L'observation des courbes plante par plante laisse apparaître dans un grand nombre de cas une modification située entre la F X et la F XII.

V.3.1.4. Surface foliaire

En premier cycle, jusqu'à la F I, l'accroissement de surface (ΔS) entre deux feuilles successives permet de définir trois phases :

$$\text{- de F XXII à F XV } \Delta S \text{ moyen} = \frac{5910-2330}{22-15} = 511 \text{ cm}^2$$

$$\text{- de F XV à F XII } \Delta S \text{ moyen} = \frac{8050-5910}{15-12} = 713 \text{ cm}^2$$

$$\text{- de F XII à F I } \Delta S \text{ moyen} = \frac{15970-8050}{12-1} = 720 \text{ cm}^2$$

En second cycle, jusqu'à la F I, on n'a que deux phases :

$$\text{- de F XXII à F XII } \Delta S \text{ moyen} = \frac{11050-1000}{22-12} = 1005 \text{ cm}^2$$

$$\text{- de F XII à F I } \Delta S \text{ moyen} = \frac{16270-11050}{12-1} = 475 \text{ cm}^2$$

Comme on pouvait s'y attendre, l'évolution de la surface est différente selon le cycle. Il faut remarquer que la F XII constitue un point charnière, surtout en seconde génération.

Les quatre exemples de détermination de surface plante par plante (fig. 47) confirment bien la différence de comportement des deux cycles. La période située entre F X et F XII doit correspondre à une modification du développement de la plante. Est-ce le début de la différenciation florale?

La surface foliaire totale émise par un bananier varie entre 18,6 et 25,5 m².

Étant donné la surface réduite des premières feuilles, et compte tenu du fait qu'à la floraison on a 12 ou 13 feuilles vivantes, la surface fonctionnelle à ce moment-ci, en bonnes conditions sanitaires, est comprise entre 14,5 et 18,5 m².

V.3.1.5. Angle formé par la base du demi-limbe recouvert en préfoliation et la nervure centrale

DUMAS (40), en 1958, chercha un critère pour définir une feuille origine, correspondant au début de la phase végétative indépendante. Le rapport foliaire L/l est déjà un indice. D'autre part, l'angle de base du demi-limbe recouvert en préfoliation n'est pas le même selon le rang de la feuille. DUMAS a proposé que la feuille origine puisse être la première feuille émise présentant un angle droit. Sur les feuilles de jeunesse, l'angle formé par la base du demi-limbe enveloppé avec la nervure centrale est aigu (fig. 48 a). Cet angle s'accroît ensuite pour dépasser parfois 90° (fig. 48 b).

La mesure de l'angle au rapporteur est délicate car, si le côté nervure est parfaitement repérable, l'autre, du côté du limbe, est imaginaire. On le matérialise par la tangente au bord externe du limbe rejoignant la nervure centrale en un point origine O. Plutôt que de mesurer directement cet angle, nous avons tracé une parallèle à 2 cm de la nervure principale. Cette ligne rencontre le bord du limbe en B et la perpendiculaire élevée à partir du point O en A. L'estimation est donnée par la distance AB, appelée x (fig. 48 a et b).

Par rapport aux plantes de premier cycle, les bananiers de seconde génération présentent un angle bien plus aigu pour les premières feuilles. Cette observation est valable pour l'ensemble des 120 plants observés.

En premier et second cycle, deux types d'évolution se manifestent :

- 1 - une diminution régulière de l'angle de base,
- 2 - une diminution de l'angle de base avec une rupture importante.

Nous n'avons pas mis en évidence de liaison avec les caractéristiques des inflorescences et l'intervalle plantation-floraison. On peut seulement dire que pour certaines plantes, le passage de la phase de jeunesse à la phase adulte est brutal, alors que pour d'autres il est progressif.

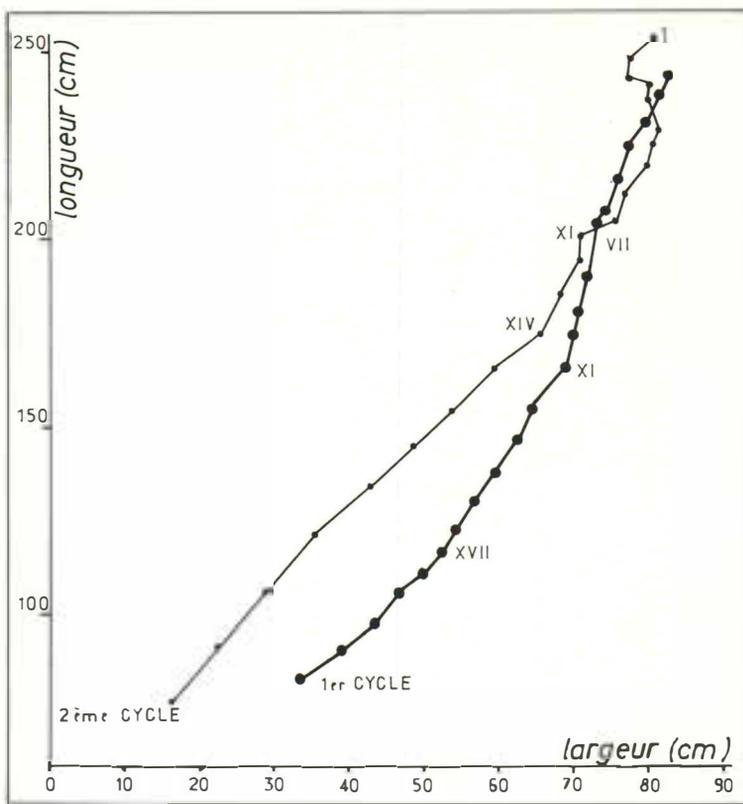


FIGURE 46 - Evolution de la longueur du limbe foliaire en fonction de celle de la largeur en 1er et 2ème cycle (valeurs moyennes).

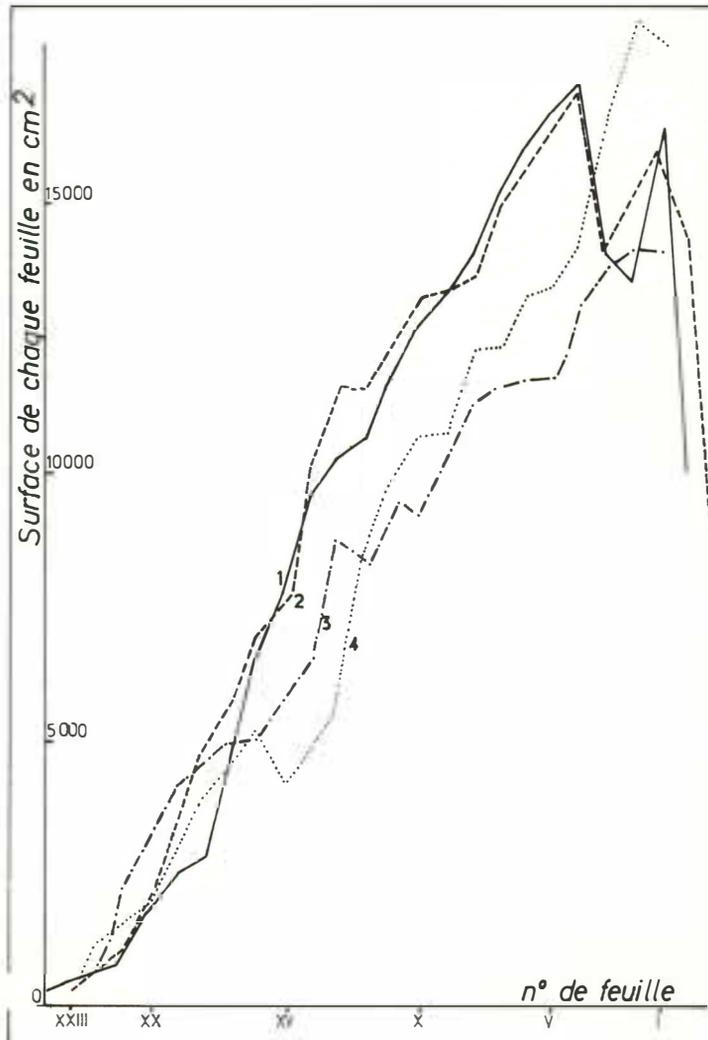
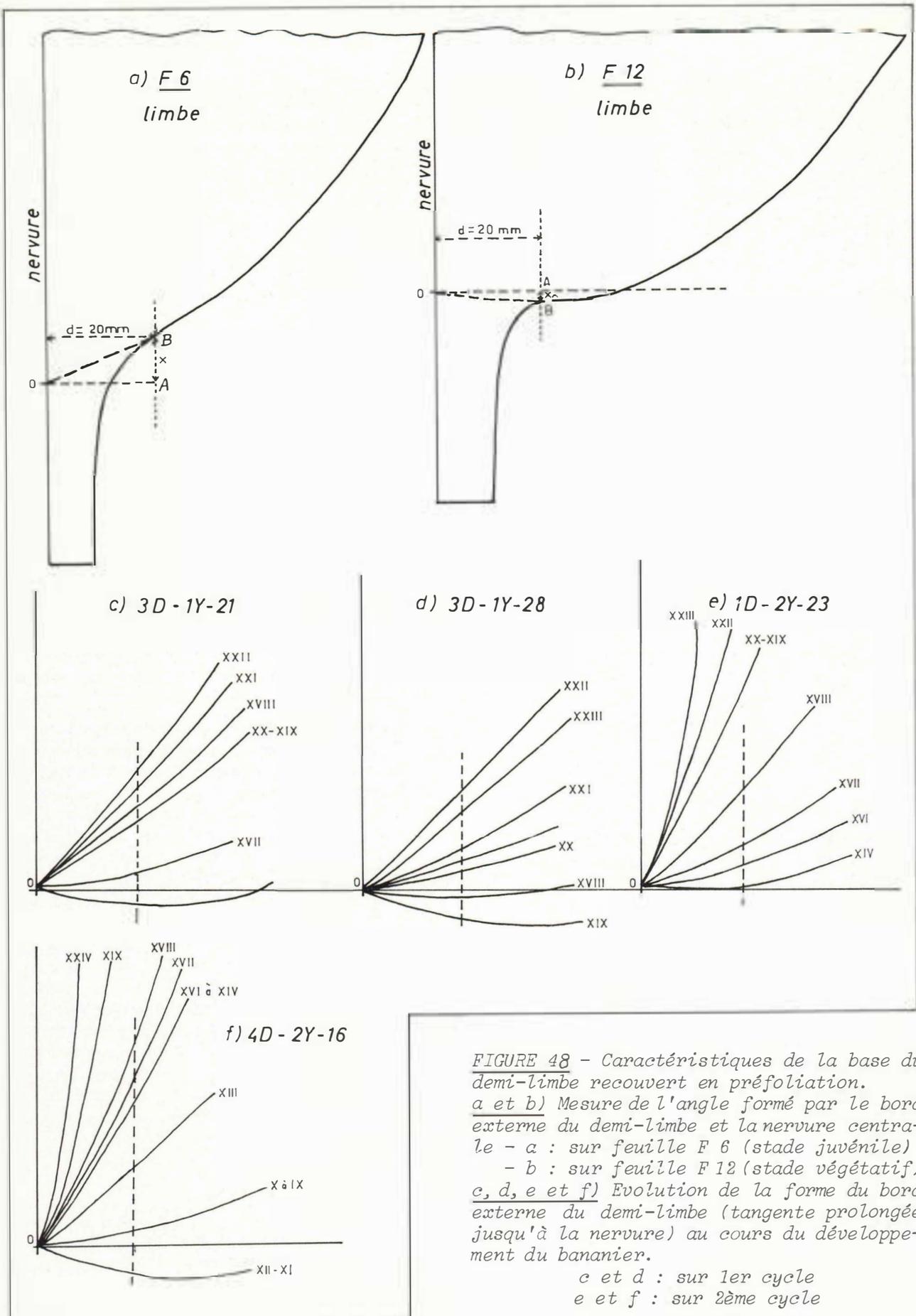


FIGURE 47 - Surface du limbe foliaire (en cm^2) des feuilles successives émises en 1er cycle (3D 1Y 21, 3D 1Y 28) ou en 2ème cycle (4D 2Y 16, 1D 2Y 23). Cette surface est calculée par la formule de SIMMONDS : $0,8 \text{ Longueur} \times \text{Largeur}$

- 1 - 4D-2Y-16, 2 - 1D-2Y-23,
- 3 - 3D-1Y-21, 4 - 3D-1Y-28



V.3.2. Synthèse et discussion

Longueur et largeur sont des caractéristiques liées aux conditions écologiques et surtout à la variété. Si l'on considère les feuilles émises à l'approche de la floraison, la comparaison de nos observations sur 'Poyo' à celles de MOREAU (99) sur 'Gros Michel' indique bien que cette dernière a des feuilles plus longues et plus larges (tabl. 19).

La distinction entre groupe 'Gros Michel' et groupe 'Cavendish' est facile à faire par simple observation des plants : chez le premier, les feuilles donnent l'impression d'être plus effilées. Il faut rappeler cependant que divers facteurs peuvent modifier le rapport foliaire. Par exemple, pour des plantes de même stade, celles carencées en cuivre ont un L/l de 3,5 alors que pour les normales il est de 2,3 (LAS-SOUDIÈRE, 70b). Les bananiers 'Poyo' que nous avons observés ont des caractères foliaires correspondant bien aux données de la littérature (CHAMPION, 24).

Le fait que la **longueur** des feuilles n'évolue pas de la même manière en second cycle qu'en premier n'a jamais été mentionné à notre connaissance pour le 'Poyo'. Cependant, l'examen des graphiques de MOREAU (99) montre que ce phénomène existe aussi chez 'Gros Michel'.

Pour la **largeur**, on a similitude d'évolution à partir des feuilles F XII ou F XI. Pour les plus jeunes, en second cycle, la largeur est bien plus réduite chez les premières (F XXII); l'accroissement de largeur n'est sensible qu'à partir de la F XXII. En premier cycle, la largeur des premières feuilles est bien supérieure, mais l'accroissement entre deux limbes successifs est plus faible. L'accélération se produit vers la F XIV pour atteindre le même niveau qu'en second cycle vers la F XI-F XII.

Si nous comparons avec les résultats de CHAMPION (21), nous aboutissons à des indications très voisines pour le premier cycle :

- phase 1 avant la F XXII où la largeur croît très fortement,
- phase 2 de F XXII à F XVI (modification légère à la F XVI),
- phase 3 de F XVI à F XI (forte modification à la F XI),
- phase 4 de F XI à F I.

Pendant ces phases, nos courbes n'ont cependant pas la même allure, ce qui peut provenir des conditions écologiques très différentes.

Le **rapport foliaire** évolue aussi très différemment et, jusqu'à la F VI, il est plus élevé en second cycle qu'en premier cycle. MOREAU (99), sur 'Gros Michel', aboutit au même type d'évolution, mais avec des valeurs plus élevées.

Comme CHAMPION (21), nous obtenons, en premier cycle, des valeurs assez basses, mais en dents de scie pour les premières feuilles. Le rapport 2,5 est atteint bien plus tardivement dans notre cas (F VI contre F XII). Alors que pour cet auteur il se maintient au voisinage de 2,6-2,8, il fluctue beaucoup plus au Niéky. Même en ne tenant compte

que des valeurs moyennes sur 160 bananiers, le rapport croît jusqu'à F I. Dans ce cas, la valeur 2,5 s'observe à la F X.

En second cycle, l'évolution est plus claire. Le minimum est atteint à la F XIII. On peut considérer qu'à partir de la F XI et jusqu'à la F IV le rapport foliaire croît lentement et très régulièrement.

La surface foliaire estimée par la formule $0,8 \times L \times l$ est bien différente selon les variétés, comme l'indiquent CHAMPION (24) et MOREAU (99). Les feuilles de 'Poyo' ont une surface inférieure de 30 à 40 % à celles de 'Gros Michel'. La surface totale émise atteint 52 m² chez ce dernier, alors qu'elle n'est que de 25 m² pour le 'Poyo' (tabl. 20).

L'importance de la surface foliaire du bananier pourrait laisser supposer que la couverture du sol par le feuillage est bonne. En réalité, elle est très imparfaite. CHAMPION et CHARPENTIER (26b) ont étudié la position des feuilles de bananier 'Poyo' en premier cycle. Les feuilles successives ont un angle de divergence voisin de 156°. L'étage foliaire supérieur est formé des feuilles F I à F VII, les feuilles suivantes se trouvent masquées et ne reçoivent pas le même éclairage. Rappelons que les expériences de défoliation réalisées par CHARPENTIER (29) avaient montré qu'un bananier peut former un régime normal en ne gardant que les 8 dernières feuilles émises. Dans les conditions de bananeraie dense, il semble bien que l'étage supérieur de 8 feuilles soit nettement privilégié.

Toutes ces indications nous amènent à penser que le développement d'un bananier après replantation n'est pas le même que celui d'une plante en place liée au pied-parent. Les différences sont sensibles jusqu'à la floraison. Au cours de son développement, le bananier émet des feuilles de plus en plus grandes. Pendant la phase d'inhibition par le pied-mère, les feuilles sont à limbe étroit (feuilles lancéolées). Chaque nouvelle feuille a un limbe de surface supérieure à la précédente et on observe un accroissement de la longueur et une modification progressive de la base du demi-limbe. A partir d'une feuille dite feuille d'origine, on ne note plus de modifications très importantes de la forme du limbe, mais seulement un accroissement de longueur et de largeur. L'apparition de cette feuille origine marquerait le début de la phase adulte, c'est-à-dire l'émancipation du rejet (DUMAS, 39, CHAMPION, 21). Nos observations ne permettent pas d'être aussi affirmatif. Il est cependant exact que l'angle de base s'accroît, mais selon deux modes opposés : par changement brutal ou par modification progressive. On peut seulement affirmer que le passage de la phase juvénile à la phase adulte est plus ou moins brutal selon les plantes.

V.4. Vitesse de sortie des feuilles

Il convient de remarquer que les termes croissance diurne et croissance nocturne ne sont pas rigoureusement exacts. Le premier couvre une période de 9 heures (entre 8 et 17 heures), l'autre 15 heures (entre 17 et 8 heures). On a cependant jugé que les moyennes horaires pour ces deux

périodes inégales étaient intéressantes. De plus, dans certains cas, ce sont des moyennes horaires basées sur des intervalles de trois heures.

La vitesse de sortie du cigare foliaire traduit l'allongement global de la feuille et intègre donc la croissance de la gaine interne, très active, et la croissance faible du limbe.

Il était important de connaître, le mieux possible, ce que l'on mesurait et, en particulier, de savoir à quel stade le limbe avait acquis ses dimensions presque définitives. On a donc vérifié l'observation de SKUTCH (123b), selon la-

quelle les demi-limbes sont complètement formés lorsque le cigare pointe à l'extérieur.

Lorsqu'on dissèque des bananiers d'âges variés, on peut observer, à l'intérieur du faux-tronc, la présence de plusieurs feuilles en cours de croissance. Deux ou trois ont déjà des longueurs appréciables, les autres sont de plus en plus petites, jusqu'à ne pouvoir les observer qu'à la loupe. Le tableau 21 donne quelques exemples étudiés à Azaguié. Pour des plantes de 80 à 100 cm, 5 feuilles sont visibles à l'œil nu à l'intérieur du faux-tronc.

TABLEAU 19 - Caractéristiques moyennes des feuilles F I pour les variétés 'Gros Michel' et 'Poyo'.

Variété	Longueur (en cm)		Largeur (en cm)		L/l	
	1° cycle	2° cycle	1° cycle	2° cycle	1° cycle	2° cycle
Gros Michel	328	343	100	110	3,28	3,11
Poyo	244	252	82	81	3,00	3,12

TABLEAU 20 - Surfaces foliaires en m² selon les variétés

Variété	Surface de la plus grande feuille		Surface totale émise	
	1er cycle	2ème cycle	1er cycle	2ème cycle
Gros Michel	2,65	2,80	45	52
Poyo	1,60	1,63	22	25

TABLEAU 21 - Nombre de feuilles visibles à l'œil nu à divers niveaux du faux tronc (repérés par rapport à la surface du sol).

Stade des plants	Niveau d'observation par rapport à la surface du sol (cm)																
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
Jeune rejet sans feuilles larges, haut. 80 cm	4	4	3	3	2	2	2	2	1								
Bananier à 6 feuilles sorties (+ cigare) hauteur 60 cm	4	3	3	2	2	1	1										
Bananier à 9 feuilles sorties (+ cigare) hauteur 100 cm	5	5	4	4	3	3	2	2	2	1	1						
Bananier à 12 feuilles sorties (+ cigare) hauteur 160 cm	5	4	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1

Afin de situer dans le faux-tronc la fin de croissance du limbe, deux expériences simples ont été réalisées. Dans une première série, on perce le pseudo tronc dans le plan vertical médian, à l'aide d'une aiguille d'acier suffisamment longue, tous les 10 cm à partir de la base du V formé par les deux dernières feuilles sorties et complètement déroulées.

Dans une seconde série, on ne pratique qu'un seul trou, à 10 cm au-dessus de ce V, mais chaque jour on passe à nouveau l'aiguille dans le trou. Les observations se font aisément au cours des jours suivants, les trous devenant très visibles au fur et à mesure de la sortie des limbes et de leur déroulement.

On vérifie ainsi que la partie du limbe située à moins de 60 cm du repère V a terminé son développement, ce qui signifie qu'il n'y a pas de croissance intercalaire ultérieure. Lorsque la feuille nouvelle $F(n)$ est sortie, le sommet du cigare de la feuille $F(n+1)$ se trouve entre - 30 et - 60 cm du repère V.

Lorsque le limbe se trouve complètement dégagé au centre du bouquet foliaire, il ne s'allonge plus; seul le pétiole poursuit encore sa croissance. On a également noté que plus la feuille est proche du repère V, moins on observe de trous ultérieurement sur le demi-limbe déroulé, ce qui signifierait soit que les spires se desserrent librement, soit que le grossissement de la nervure centrale provoque un changement progressif de position des spires. Cette dernière explication paraît la meilleure puisque le cigare, à la sortie, est toujours rigide et ne présente, en coupe transversale, aucune lacune entre les spires.

V.4.1. Étude de base réalisée sur la station IRFA d'Azaguié

Deux groupes de bananiers, plantés fin août 1968, sont étudiés en parallèle :

1 - bananiers plantés en buses (substrat sableux), alimentés par une solution nutritive chaque semaine. L'alimentation hydrique est assurée par un arrosage quotidien,

2 - bananiers plantés en pleine terre (sol ferrallitique), dont l'alimentation est assurée par des apports mensuels d'engrais. En saison sèche, on irrigue comme dans les parcelles de production.

Une troisième plantation a été mise en place fin novembre, en pleine terre, avec des souches moyennes.

V.4.1.1. Temps d'émission foliaire

Il est fortement influencé par les conditions climatiques, comme nous l'avons vu précédemment. La comparaison buses-pleine terre en donne une confirmation spectaculaire (fig. 49).

Les plantes alimentées quotidiennement en eau émettent une feuille en moins de 9 jours et le plus souvent entre 6 et 8 jours. En pleine terre, en période sèche (fin décembre au 15 février), on atteint 10 à 12 jours entre deux feuilles successives. Il est donc sûr que la vitesse de sortie du cigare sera fortement influencée par les conditions écologiques.

Avant d'aborder ce point, il est nécessaire de préciser les liaisons pouvant exister entre stade de développement et croissance du cigare foliaire.

V.4.1.2. Caractéristiques de la sortie des feuilles au-dehors du faux-tronc

Des mesures journalières de la longueur du cigare permettent d'établir les courbes d'allongement cumulé. La fig. 50 donne des exemples de courbes obtenues selon le stade de la plante. Les courbes d'allongement cumulé sont de type sigmoïdal, caractéristique des organes à croissance définie ; dans le cas présent, la feuille de bananier prise dans son ensemble (limbe + nervure centrale + pétiole + gaine).

Naturellement, il nous échappe toute une partie de la courbe correspondant aux phases de développement cachées : une phase tout d'abord lente de formation des primordia, puis une accélération lorsque la partie nervure s'allonge, tandis que, par des méristèmes secondaires, les demi-limbes apparaissent et s'accroissent, et enfin l'allongement basal observable indirectement par la sortie du cigare. Il n'est pas possible, dans l'état actuel de nos connaissances, de distinguer des phases de multiplication cellulaire et des phases d'élongation, d'autant plus que plusieurs feuilles se forment et croissent simultanément dans le faux-tronc.

La sortie du cylindre foliaire est rapide et se fait à une vitesse quasi constante pour des bananiers d'âge comparable jusqu'au moment où les 4/5 du limbe sont à l'extérieur. Puis la vitesse décroît et les demi-limbes se déroulent progressivement. Cette sortie comporte au moins deux phases :

- une phase où la vitesse journalière est sensiblement constante si les conditions climatiques sont stables (phase A),
- une phase d'arrêt progressif de la croissance gainepétiole (phase B) que l'on peut sous-diviser en 6 stades dont les durées sont précisées dans le tableau 22.

En phase A, la vitesse de sortie du cigare, faible pour les premières feuilles, s'accroît avec l'âge de la plante (fig. 51), donc avec le nombre de feuilles émises. La période à vitesse de croissance quasi constante a une durée qui ne semble pas être en liaison avec la longueur finale des feuilles. Mais il faut remarquer que le début d'observation a lieu de plus en plus tardivement. En effet, la longueur initiale du cigare, de 15 cm à F 5, atteint 90 cm à F 25. Ce retard dans le début des mensurations est consécutif au déroulement du cigare foliaire qui prend de plus en plus de temps. En effet, la durée de la phase B augmente avec la longueur finale des limbes (tabl. 23).

Le critère le plus intéressant sur le plan de la croissance du bananier, est représenté par la vitesse d'allongement du cigare foliaire pendant la période où elle est sensiblement constante (phase A). Nous venons de voir qu'elle s'accroît des premières aux dernières feuilles dans le cas des plantes en buses arrosées journalièrement. Dans ce qui suit, nous

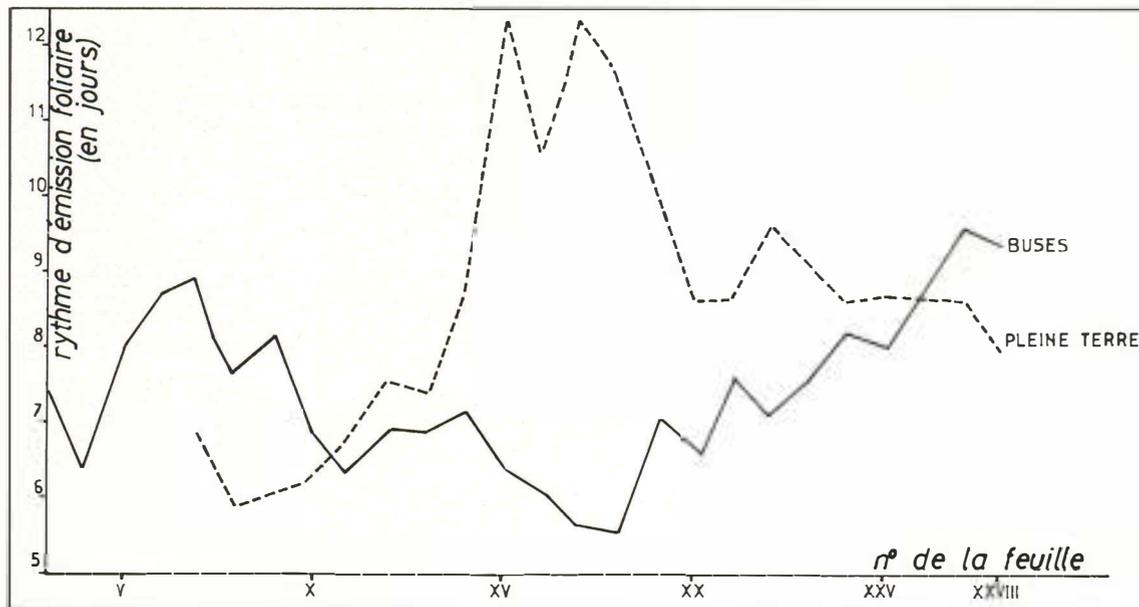


FIGURE 49 - Temps d'émission foliaire (en jours) en fonction du stade de développement de la plante et des conditions de culture.

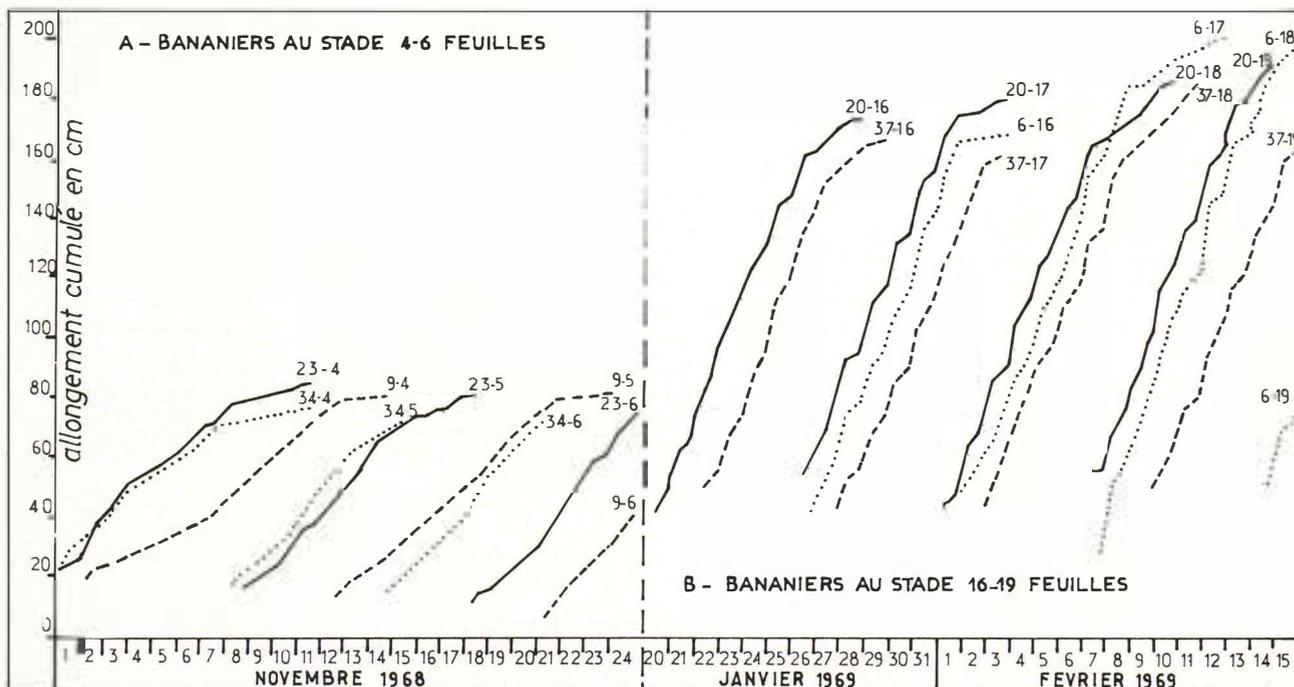


FIGURE 50 - Allongement cumulé des cigares foliaires (en cm).

A) pour les feuilles F 4 à F 6

B) pour les feuilles F 16 à F 19

Sur chaque courbe, le premier chiffre indique le numéro du bananier, le second chiffre donne le numéro de la feuille.

TABLEAU 22 - Durée moyenne (en jours) des stades de la phase B pour les feuilles f 4 à f 6

Stade	Caractéristiques	Durée
B 1	Début du déroulement apical du demi-limbe enveloppant	0,9
B 2	Sommet du cigare en cornet évasé	0,8
B 3	Demi-limbe enveloppant dégagé sauf à la base	1,2
B 4	1/2 limbe enveloppant dégagé, 1/2 limbe enveloppé en cours de déroulement	1,0
B 5	Limbe étalé, cigare suivant au stade 1	1,0
B 6	Léger allongement définitif des organes	variable

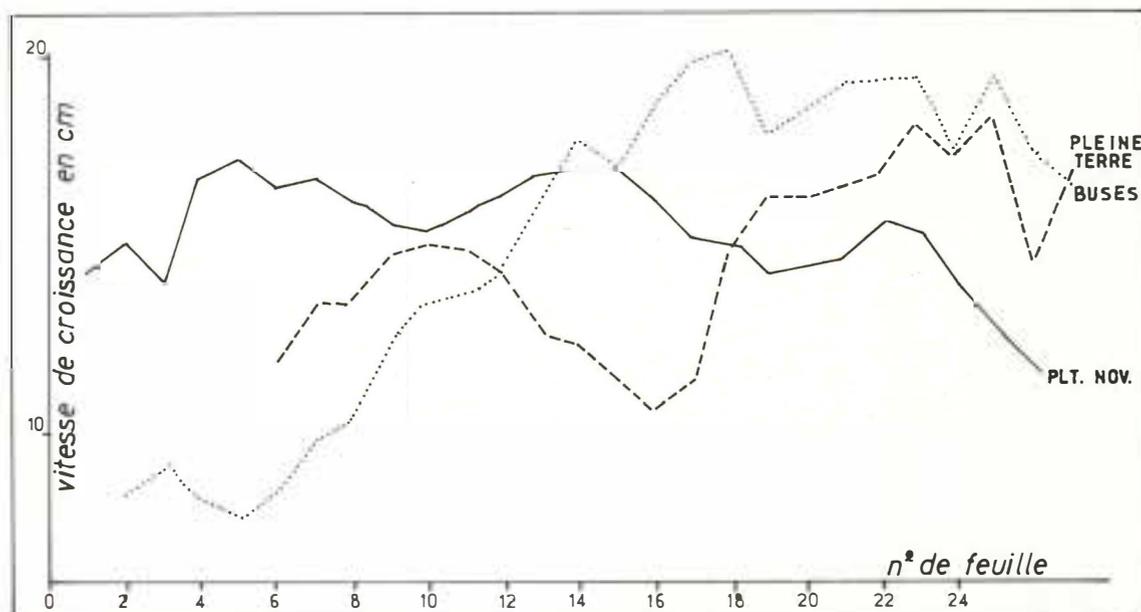


FIGURE 51 - Vitesse de croissance journalière du cigare (en cm) en liaison avec le stade de développement de la plante (nombre de feuilles émises) et selon les conditions de culture.

TABLEAU 23 - Durée (en jours) de la phase B selon la longueur finale des limbes

N° de la feuille	F 3	F 5	F 10	F 15	F 20	F 25
Allongement total en phase B (en cm)	14	21	26	23	35	42
Durée en jours	7	8	11	11	27	25

TABLEAU 24 - Caractéristiques de la vitesse de croissance du cigare foliaire pour quelques feuilles (en cm par jour)

N° feuille	Buses				Pleine terre			
	CT	CHD	CHN	CHD/CNH	CT	CHD	CHN	CHD/CHN
5	7,9	0,43	0,27	1,62				
10	13,5	0,53	0,57	0,94	15,0	0,58	0,66	0,87
15	17,1	0,60	0,77	0,78	11,5	0,39	0,55	0,70
20	18,5	0,63	0,83	0,76	16,2	0,56	0,77	0,72
25	19,4	0,70	0,87	0,80	18,3	0,67	0,81	0,82

chercherons à dissocier la part due au climat et la part liée au stade de développement

V.4.1.3. Croissance journalière

Les caractéristiques de la croissance du cigare foliaire selon le numéro d'ordre d'apparition des feuilles sont données dans le tableau 24 pour buses et pleine terre.

La croissance journalière moyenne (CT) est bien soumise à l'action du climat. La figure 51 le montre très nettement :

- pour les plantes en buses, la CT augmente régulièrement jusqu'à la F 18,
- pour les plantes en pleine terre, on note un creux très important entre la F 12 et la F 19, correspondant à la saison sèche,
- pour la plantation de novembre, bien irriguée, la croissance a été bonne jusqu'à la F 15.

V.4.1.4. Croissance diurne et croissance nocturne

a) Caractéristiques moyennes

La croissance horaire diurne (CHD) est inférieure à la croissance horaire nocturne (CHN), sauf pendant la phase de jeunesse (fig. 52).

Dans le cas des bananiers en buses, l'égalité entre CHD et CHN se produit vers la F 8 ou la F 9 (F XVIII ou F XIX), mais nous ne pensons pas que cela ait une signification physiologique.

En pleine terre, la croissance horaire diurne diminue jusqu'à la F 16, la croissance horaire nocturne augmente de F 6 à F 10, puis baisse jusqu'à la F 16 (F XI).

Ces caractéristiques sont influencées par les conditions du climat. On peut avancer l'hypothèse que le rapport CHD/CHN = (c) est relativement indépendant de ces variations écologiques. La figure 53 permet de constater que ce rapport est analogue pour les buses, les bananiers de pleine terre et la plantation de novembre. On remarque seulement une anomalie au niveau des F 16 et F 17 des plantes en buses, correspondant en fait au maximum de croissance journalière.

Étant donné que le rapport foliaire $L/I = i$ présente également un minimum, il était intéressant de confronter ces deux critères.

Lorsque des bananiers sont jeunes (F 1 à F 7), c et i sont élevés (fig. 54). Entre la F 8 et la F 12, le rapport foliaire (i) est sensiblement constant, alors que c décroît.

De la F 11 à la F 25, i augmente pendant que c varie peu, excepté pour les feuilles F 16 et F 17. Si l'on considère ces deux feuilles comme supplémentaires, le nombre de feuilles serait ramené à 25. En établissant le rapport c/i, on constate une modification nette de la pente de la courbe à la onzième feuille, soit 14 feuilles avant la plus grande (fig. 55).

b) Caractéristiques plante par plante

L'analyse plante par plante, pour l'essai en buses, montre

que de très fortes variations se produisent jusqu'à la F 4 comprise. Ensuite, l'évolution du rapport CHD/CHN est sensiblement la même que celle de L/I .

Le rapport c/i subit une modification entre la F 10 et la F 11 pour B 23, entre la F 12 et la F 13 pour B 6 et B 9. Les trois autres plantes présentent deux feuilles n'entrant pas dans l'évolution normale du rapport. Sur la figure 56, nous avons présenté le cas d'un bananier normal (B 6) et celui d'un bananier présentant deux feuilles supplémentaires (B 34). En tenant compte de ce fait, le nombre de feuilles restant à sortir, entre le moment où se produit le changement de pente et la fin de l'émission foliaire, est voisin de 14 (tabl. 25).

L'examen de toutes les plantes permet d'affirmer que le nombre de feuilles restant à sortir, en excluant les feuilles qualifiées de supplémentaires, est compris entre 12 et 15. Le retard à la floraison s'expliquerait par la production d'un plus grand nombre de feuilles, consécutive à des anomalies passagères de croissance et de développement.

V.4.1.5. Rythme journalier de croissance

À la suite des indications obtenues par la comparaison CHD/CHN, nous avons réalisé 5 séries de mesures à une échelle de temps plus courte. Les observations sont faites toutes les trois heures pendant une semaine, sur des plants d'âge différent et à des périodes variables de l'année. En se basant sur le nombre de feuilles émises, nous pouvons les classer de la façon suivante :

- stade 6-8 feuilles :
 - série I, plantes en buses (observations 11-18 novembre),
 - série IV, cases racinaires (observations 20-26 avril);
- stade 9-11 feuilles :
 - série V (12 au 16 mai),
 - série I, plantes en pleine terre (11-18 novembre);
- stade 12-13 feuilles
 - série II, plantes en buses (6-12 janvier);
- stade 14-17 feuilles
 - série II, plantes en pleine terre (6-12 janvier);
- stade 17-20 feuilles
 - série III (27 janvier au 2 février).

De plus, les séries I et II, réalisées sur les mêmes plantes, mais à des âges différents, peuvent être comparées de façon plus détaillée.

a) Comparaison des séries I et II

Dans la série I, la vitesse de croissance n'est pas constante au cours de la journée et la variabilité d'un jour à l'autre est assez élevée. Cependant, la comparaison buses-pleine terre permet de mettre en évidence une différence appréciable dans le rythme. Pour les plantes en buses, la croissance, maximale entre 8 et 17 heures, décroît de 17 à 23 heures (tabl. 26). Le rythme circadien est donc différent entre buses et pleine terre (fig. 57). On peut supposer que cela provient du stade de développement des plantes. En effet,

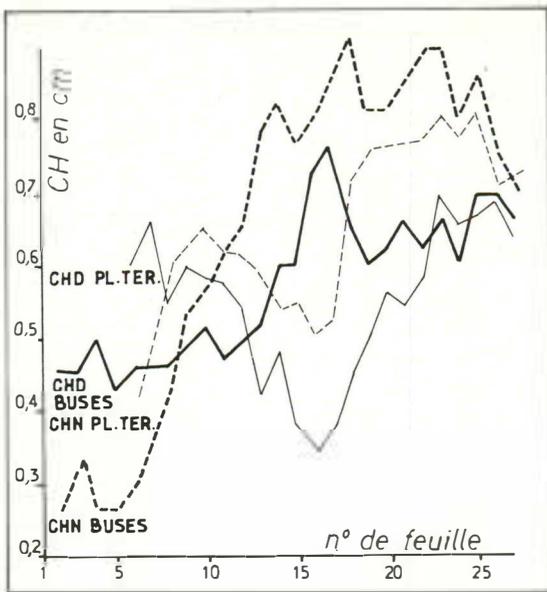


FIGURE 52 - Variations de la vitesse de croissance horaire moyenne (CH) en cm en fonction de l'ordre d'apparition des feuilles. Comparaison entre plantes en buses et plantes en pleine terre. CHD = vitesse de croissance horaire diurne. CHN = vitesse de croissance horaire nocturne.

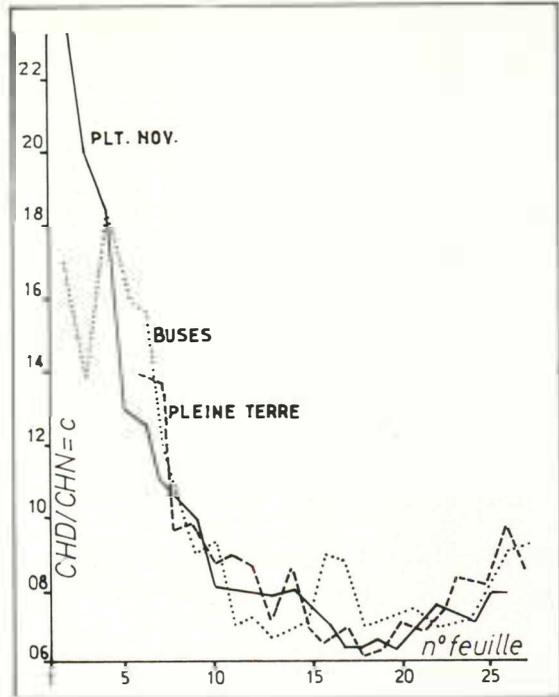


FIGURE 53 - Evolution du rapport croissance horaire diurne sur croissance horaire nocturne ($c = CHD/CHN$) en fonction du stade de développement (estimé par le numéro d'ordre d'apparition des feuilles) et des conditions de culture.

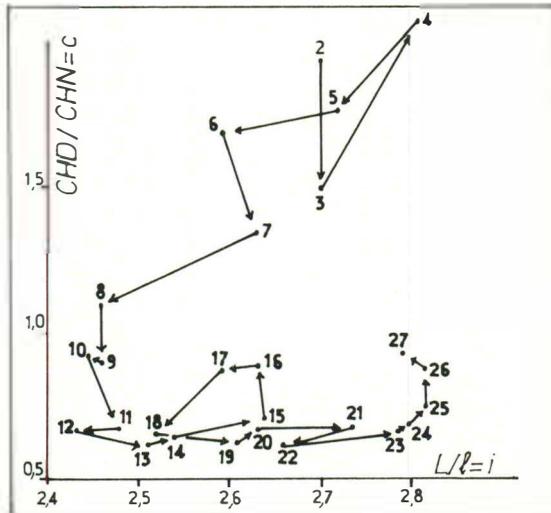


FIGURE 54 - Variation du rapport CHD/CHN (c) et du rapport Longueur/Largeur (i) d'une feuille à la suivante (bananiers cultivés en buses).

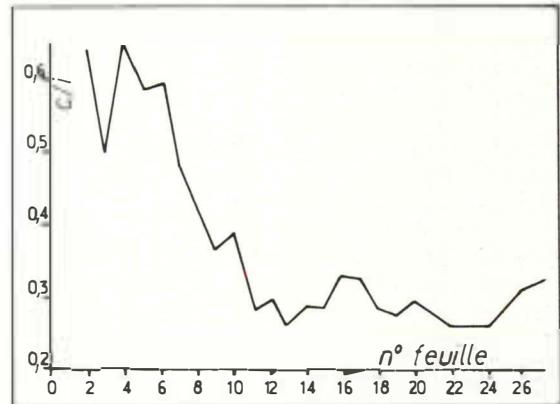


FIGURE 55 - Evolution du rapport c/i de la feuille F 2 à la feuille F 27 (moyennes).

TABLEAU 25 -

N° du bananier	N° feuille où se produit le changement de pente	Nombre de feuilles restant à sortir
6	F12	14
9	F12	14
23	F10	14
20	F10	17*
34	F12	15*
37	F11	17*

* dont 2 "anormales"

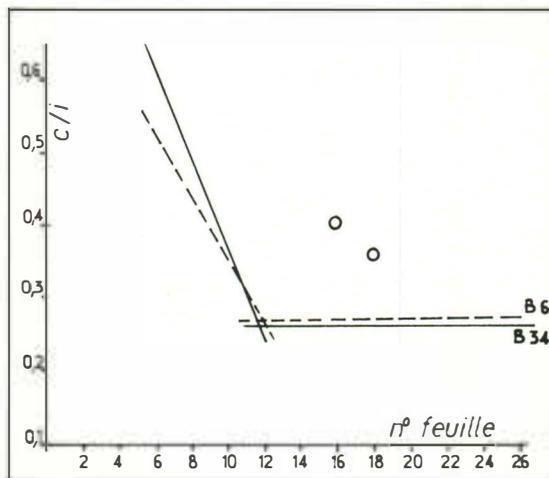


FIGURE 56 - Comparaison schématique des rapports c/i pour une plante dite normale (B 6) et une plante produisant des feuilles supplémentaires (B 34).

TABLEAU 26 - Croissance horaire au cours de la journée : comparaison buses - pleine terre

Horaires	Série I		Série II	
	Buses	Pleine terre	Buses	Pleine terre
08-11 heures	0,43	0,53	0,57	0,27
11-14 heures	0,37	0,57	0,40	0,13
14-17 heures	0,40	0,73	0,50	0,20
17-20 heures	0,27	0,77	0,83	0,53
20-23 heures	0,30	0,63	0,70	0,40
23-02 heures			0,53	0,30
23-05 heures	0,22	0,50		
02-05 heures			0,60	0,40
05-08 heures	0,27	0,70	0,74	0,57
CHD	0,40	0,61	0,49	0,20
CHN	0,25	0,62	0,68	0,44
CHD/CHN	1,60	0,98	0,72	0,45
CT journalière	7,4	14,8	15,6	8,4

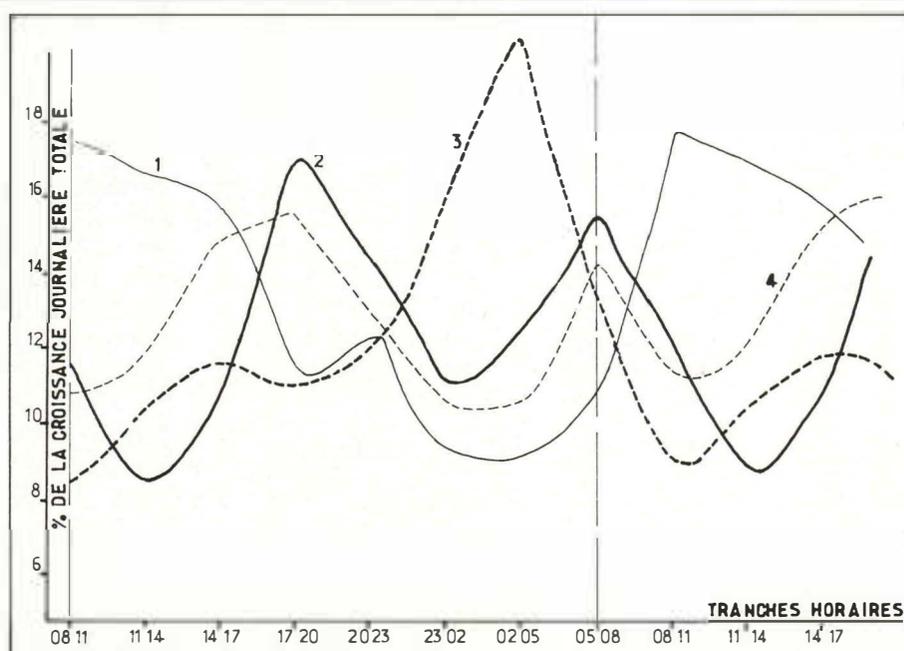


FIGURE 57 - Rythme circadien. 1=I-buses 6-8 fe, 2=II-buses 12-13 fe, 3=III-17-20 fe, 4=I-Pl.terre 11-13 fe.

en pleine terre, les bananiers sont au stade 11-13 feuilles, donc dans la période où CHD/CHN décroît fortement. En buses, avec 6-8 feuilles, les plantes sont encore jeunes, période pendant laquelle les critères *L1* et CHD/CHN ont des valeurs élevées.

Dans la série II, les mesures sont effectuées sur les mêmes bananiers que dans la série I, mais le nombre de feuilles émises est de 12-13 pour ceux en buses et de 14-17 pour ceux en pleine terre.

Dans chaque groupe, les plantes ont une croissance semblable. La croissance horaire diurne est toujours inférieure à la croissance horaire nocturne. Par tranche horaire, les deux groupes suivent les mêmes variations (tabl. 26).

Pour minimiser le facteur climatique, le calcul de la croissance horaire moyenne sur trois heures, en pourcentage de la croissance journalière totale, permet de mieux cerner les variations de vitesse de l'allongement du cigare au cours de la journée.

Les courbes buses et pleine terre de la série II sont du même type que celles des bananiers de pleine terre de la série I. Il s'agit donc bien d'une influence du stade de développement des plants. L'apparition d'un maximum pendant la nuit expliquerait les fortes valeurs de la croissance horaire nocturne moyenne.

b) Comparaison de l'ensemble des séries

Les bananiers ayant 9 et 11 feuilles présentent un rythme circadien à deux maximums. Pendant la période diurne, le maximum de croissance se déplace vers la fin de la journée entre 17 et 20 heures au cours du développement. Il atteint des valeurs élevées relativement constantes pour les feuilles 10 à 17. Au stade 17-20 feuilles, il s'estompe.

Pendant la nuit, on note les valeurs maximums entre 2 et 5 heures pour les 10-12 feuilles et 17-20 feuilles et entre 5 et 8 heures pour les autres (11 à 17 feuilles). Elles sont d'autant plus élevées que les bananiers sont plus âgés.

V.4.1.6. Influence des conditions climatiques

La comparaison entre buses et pleine terre a pour objectif de préciser l'action de l'alimentation hydrique sur la croissance du bananier (tabl. 27).

A partir des données climatologiques d'un abri AMPS, on a pu calculer l'ETP et estimer ainsi le déficit hydrique décadaire.

a) Croissance journalière

Le comportement des bananiers en buses, bien alimentés en eau, est différent de ceux plantés en sol ferrallitique. Comme on l'a signalé précédemment, le démarrage dans les buses est plus lent qu'en pleine terre, mais, par la suite, la croissance est bonne. La faible vitesse d'allongement du cigare pendant les deux mois suivant la plantation peut être due au substrat particulier (échauffement du sable) et à l'alimentation minérale (solution nutritive non suffisante ou inadéquate).

TABLEAU 27 - Vitesse de croissance du cigare foliaire en fonction du climat (résultats exprimés à partir des totaux décadaires)

Décade et mois	Croissance par tranche horaire en % de la croissance diurne (buses)			Vitesse de croissance en cm					
				Pleine terre			Buses		
	08h-11h	11h-14h	14h-17h	CHD	CHN	CT	CHD	CHN	CT
2.10	35	33	35	-	-	-	0,53	0,30	9,1
3.10	33	33	33	0,80	0,50	14,8	0,53	0,30	9,5
1.11	35	30	35	0,67	0,53	13,9	0,43	0,23	7,4
2.11	39	29	31	0,63	0,63	15,0	0,47	0,30	8,3
3.11	39	27	34	0,67	0,63	15,8	0,47	0,40	10,0
1.12	35	26	37	0,47	0,60	13,5	0,50	0,43	11,1
2.12	38	27	34	0,47	0,57	12,1	0,53	0,57	13,1
3.12	38	29	31	0,37	0,50	11,0	0,53	0,63	14,3
1.01	40	28	33	0,23	0,50	9,6	0,47	0,70	14,8
2.01	39	28	32	0,30	0,37	8,5	0,63	0,77	17,1
3.01	36	27	36	0,33	0,47	10,2	0,67	0,83	18,8
1.02	36	27	35	0,43	0,67	14,1	0,73	0,83	18,9
2.02	39	24	35	0,50	0,80	16,6	0,60	0,83	17,9
3.02	38	26	35	0,57	0,73	16,3	0,67	0,73	17,2
1.03	38	27	35	0,60	0,77	17,0	0,67	0,83	18,5
2.03	39	29	32	0,57	0,83	17,5	0,63	0,97	20,1
3.03	38	30	31	0,60	0,73	16,4	0,67	0,83	18,3
1.04	35	35	28	0,67	0,73	16,7	0,63	0,80	17,5
2.04	29	36	34	0,64	0,80	17,8	0,67	0,73	17,1
3.04	31	29	39	0,70	0,50	15,6	0,70	0,60	15,4

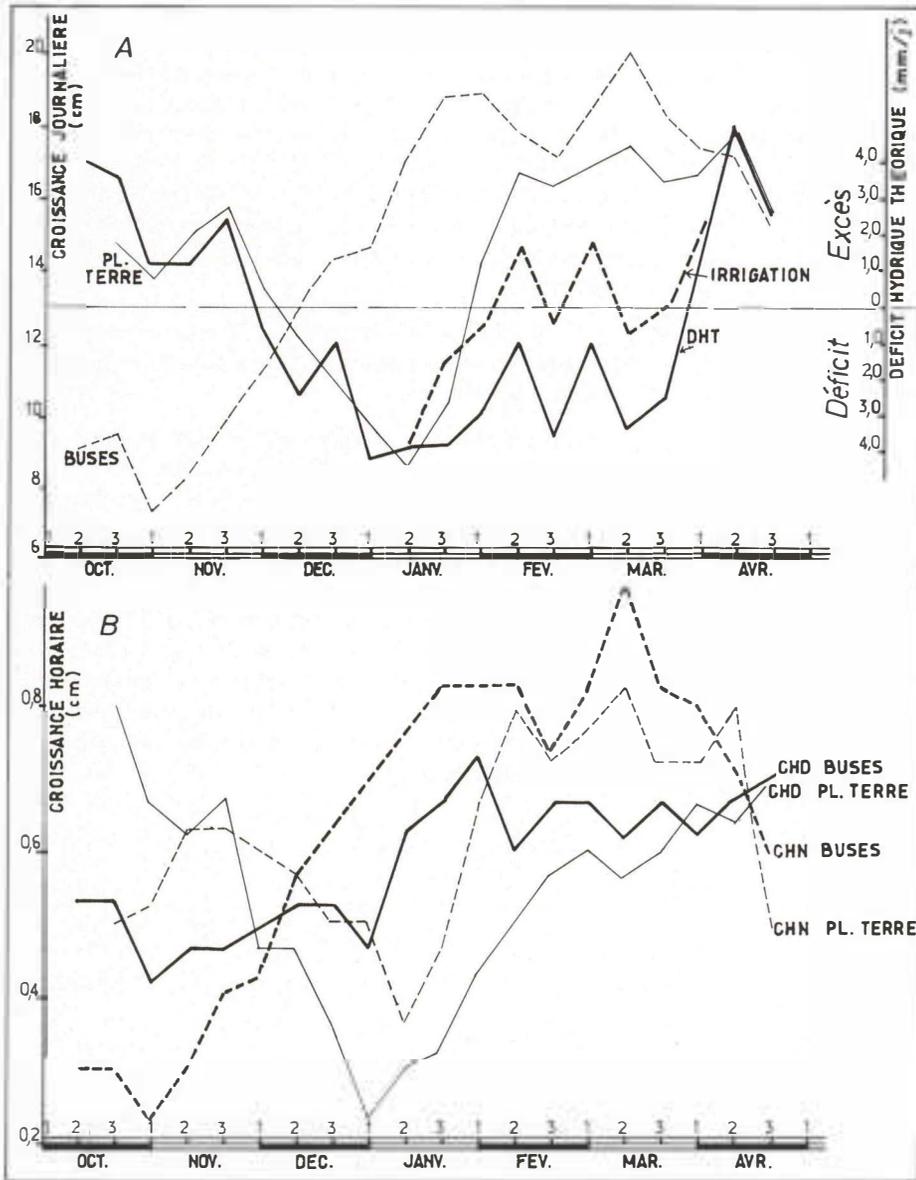


FIGURE 58 - Vitesse de croissance du cigare foliaire d'octobre 1968 à avril 1969 pour des plantes en hydroponique et des plantes en pleine terre.

A-Croissance journalière (moyenne décadaire en cm/jour).

DHT = déficit hydrique théorique en mm/jour.

B-Vitesse de croissance horaire (moyennes décadaires en cm/jour).

CHN = Vitesse de croissance horaire nocturne.

CHD = Vitesse de croissance horaire diurne.

Cependant, à partir de décembre, il est net que les bananiers en pleine terre subissent l'influence du déficit hydrique très accentué (fig. 58 A), non compensé par les irrigations (doses insuffisantes). A partir de début février, l'arrosage a assuré un apport d'eau suffisant, d'où une croissance journalière satisfaisante, voisine de celle des buses.

b) Croissance diurne et croissance nocturne

Les croissances horaires diurne et nocturne sont influencées par les conditions climatiques de la saison sèche (fig. 58 B).

A partir de la seconde décade de février, les bananiers en pleine terre ont le même comportement que ceux plantés en buses, les courbes sont très voisines (déficit hydrique quasi nul).

En conditions hydriques satisfaisantes, la croissance est sensiblement constante lorsque les bananiers sont relativement âgés.

c) Variations de croissance entre 8 et 17 heures

Les mesures réalisées à 8, 11 et 17 heures permettent d'apprécier les variations de croissance au cours de la période diurne. Nous avons exprimé les valeurs par tranches de 3 heures, en pourcentage de la croissance entre 8 et 17 heures (tabl. 27). La croissance entre 8 et 11 heures est souvent la plus importante des trois tranches horaires diurnes. La croissance entre 11 et 14 heures est presque toujours la plus faible. On peut remarquer cependant le cas du mois d'avril où la période 11-14 heures permet une bonne croissance du cigare foliaire, alors qu'entre 8 et 11 heures elle est faible.

Il est donc évident, là encore, que le développement du bananier est en liaison étroite avec les conditions écologiques. Les périodes défavorables ralentissent le développement, ce qui se traduit le plus souvent par une émission de feuilles supplémentaires, à caractères plus ou moins juvéniles. L'influence de la petite saison sèche est très forte et se traduit principalement par un ralentissement de la croissance nocturne.

V.4.2. Étude des variations saisonnières sur sol ferrallitique

Six dates de mise en terre ont été retenues, le matériel végétal étant constitué de rejets baïonnettes de 4,5 à 5,5 kg :

- A planté le 8 mars,
- B planté le 28 avril,
- C planté le 26 juin,
- D planté le 28 août,
- E planté le 1 octobre,
- F planté le 20 décembre.

Ces plantations échelonnées permettent d'étudier l'action du climat sur la croissance journalière, en éliminant l'influence du stade de développement des plantes. De plus, on peut apprécier l'action des conditions écologiques sur le rapport CHD/CHN.

V.4.2.1. Croissance en fonction du stade de développement

Le dépouillement des résultats n'a pu être réalisé qu'en premier cycle et sur les 5 premières dates de plantation.

La croissance journalière (fig. 59) présente certaines particularités. Pour 4 dates de plantation sur 5, on note un ralentissement de la vitesse de croissance à la 9^e feuille. La plantation E ne présente pas cet aspect, sa croissance est très faible au début, à l'inverse des autres. D a une faible croissance journalière entre la F 13 et la F 18, correspondant aussi à la saison sèche. C a relativement mal poussé jusqu'à la F 10, par suite d'une mise en terre en pleine saison pluvieuse, suivie de conditions défavorables jusqu'au 20 septembre.

La comparaison des courbes de CT tend à montrer que le stade de développement et les conditions hydriques interfèrent notablement.

Dans tous les cas, le rapport CHD/CHN décroît rapidement jusqu'à un palier localisé différemment selon les séries, à partir des premières feuilles émises. La plantation E présente la courbe la plus constante avec une modification vers la F 8. Dans B, on note une anomalie des feuilles F 12 à F 14, puis le rapport croît fortement en fin de cycle. En A, la modification d'évolution s'observe à la F 10, alors que pour D, les variations sont nombreuses. Le cas le plus anormal est représenté par la plantation C (mise en terre en période climatique très favorable), où la floraison a été tardive (à environ 8 mois) après production de nombreuses feuilles supplémentaires.

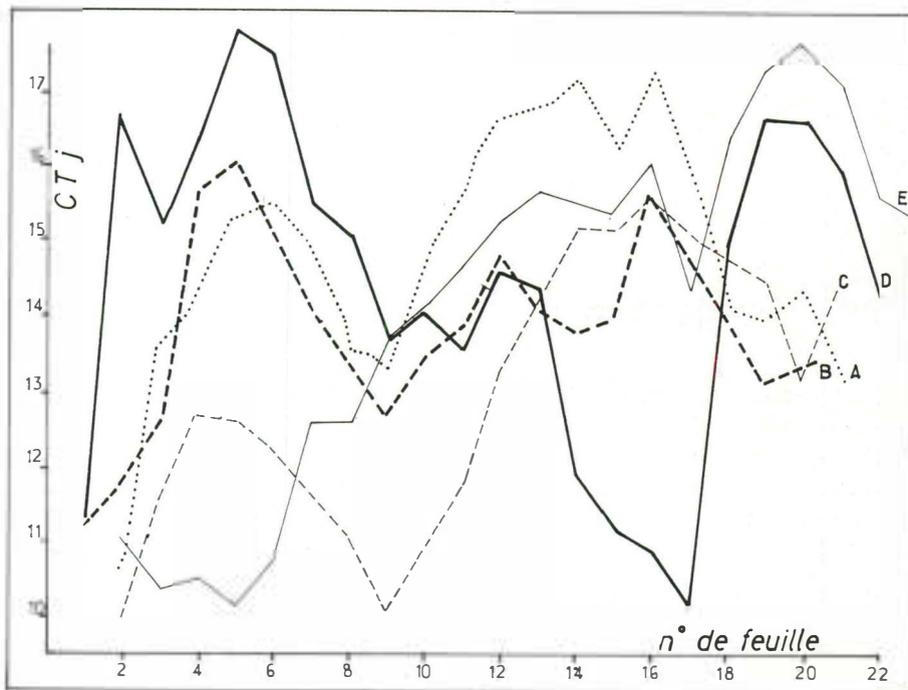


FIGURE 59 - Croissance journalière moyenne du cigare foliaire (CT en cm) au cours du développement du bananier. Observations réalisées dans l'étude des variations saisonnières en sol ferrallitique (Station IRFA d'Azaguié).

V.4.2.2. Croissance en fonction des conditions climatiques (fig. 60)

La plus faible croissance journalière moyenne s'observe en période de sécheresse. Même en conditions climatiques difficiles, la CT n'a jamais été inférieure à 9 cm, mais elle ne dépasse pas non plus 18 cm en moyenne lorsque toutes les conditions sont optimales.

De trop fortes pluies ralentissent également la croissance (fin juin 69, début juillet 70). CT n'augmente pas après ces pluies de juin, car elles sont suivies de la petite saison nébuleuse, fraîche et sèche. La croissance ne redevient normale qu'en septembre-octobre.

En résumé, on peut mettre en évidence les périodes suivantes :

- Bonne croissance du cigare :

- 2^e décennie de février à 2^e décennie de juin, en liaison avec une bonne pluviométrie, une bonne insolation et des températures moyennes au-dessus de 26 °C. L'amplitude thermique est relativement élevée. Il ne semble pas que la température ait une action prédominante lorsqu'elle dépasse 25 °C, étant donné la constante de la vitesse de croissance jusqu'en seconde décennie de juin, alors que la température passe de 28 °C en avril à 25 °C en juin,

- d'octobre à la deuxième décennie de décembre, où la pluviométrie est suffisante et l'insolation normale. Les températures sont supérieures à 25 °C.

- Mauvaise croissance du cigare :

- fin de la saison des pluies et petite saison sèche d'août-septembre. Diverses composantes climatiques interviennent pendant cette période. En premier lieu, l'excès d'eau, qui entraîne une chute rapide de la croissance (juin, début juillet) et les faibles températures de juillet-août-septembre liées à une faible insolation et à la sécheresse. C'est la période la plus défavorable de l'année,

- saison sèche (2^e décennie de décembre à mi-février). L'influence de la sécheresse se traduit par un ralentissement régulier de la vitesse de croissance depuis la deuxième décennie de novembre, jusqu'à la première décennie de janvier.

V.4.3. Étude des variations saisonnières sur sol organique

Les mesures du cigare sont réalisées chaque jour à 8 h sur des bananiers plantés à 5 dates différentes :

- 1 - 26 avril 1974,
- 2 - 13 juillet 1974,
- 3 - 23 septembre 1974,
- 4 - 27 novembre 1974,
- 5 - 7 février 1975.

V.4.3.1. Influence de l'âge de la plante sur la vitesse de croissance journalière (CT)

Dans pratiquement tous les cas, CT augmente avec l'âge de la plante. Des modalités différentes se présentent selon la date de mise en terre.

Pour la plantation du 26 avril, la vitesse de croissance s'élève régulièrement jusqu'à la F 7, puis se maintient constante de la F 7 à la F 10. De la 11^e à la 14^e feuille, CT décroît par suite des conditions climatiques défavorables de fin juin et juillet. Pour la plantation du 13 juillet, l'allongement du cigare est faible jusqu'à la F 10, par suite d'une reprise médiocre en petite saison sèche. Pour la mise en terre du 23 septembre, CT croît d'une manière normale avec l'âge de la plante. Pour la plantation du 27 novembre, l'allongement du cigare a été médiocre de la F 4 à la F 9, en liaison avec le développement déficitaire du système racinaire. Pour celle du 7 février, la croissance journalière est sensiblement constante jusqu'à la F 12.

V.4.3.2. Influence de la croissance journalière sur les caractéristiques à la floraison et à la récolte

Si l'on compare l'évolution des croissances journalières de chaque série aux caractéristiques floraison-récolte (tableau 28), on peut faire certaines remarques.

Le ralentissement constaté entre la F 10 et la F 14 de la première date de plantation n'a pas d'influence sur l'IPF. Le nombre de mains est très bon, quoiqu'avec une quantité de doigts médiocre.

La comparaison des 4^e et 5^e dates montre qu'une faible croissance du cigare jusqu'à la F 8 ne se répercute pas sur le nombre de mains. Par contre, l'accélération de la croissance au niveau des feuilles 9 à 11 semble influencer sur ce critère.

La floraison est d'autant plus tardive que le nombre de feuilles émises est plus important :

- 187-190 jours : 27,5 à 28,2 feuilles,
- 181 jours : 26,3 feuilles,
- 163-167 jours : 25,2 à 25,7 feuilles.

V.4.3.3. Influence du climat

La figure 61 souligne que le facteur principal est lié au stade de développement de la plante.

L'allongement journalier du cigare, lorsque les plants sont adultes, peut être supérieure à 20 cm/jour. La perturbation la plus importante se localise du 20 juin au 10 août 1974, c'est-à-dire en saison des pluies et en petite saison sèche (fig. 62). Les pluies abondantes de fin juin n'ont pas perturbé notablement la croissance journalière du cigare. Pendant cette période, c'est surtout le faible éclaircissement qui constitue le facteur limitant. En juillet et août, températures faibles et éclaircissement réduit se combinent pour réduire la vitesse d'allongement. Dans tous les cas où la température maximum descend vers 26 °C et/ou la température minimum en-dessous de 21 °C, CT est faible.

L'action de la température a pu être mise en évidence d'une façon bien plus précise de début janvier au 20 février 1975. Le ralentissement le plus spectaculaire est observé du 21 au 24 janvier, à la suite de températures minimums

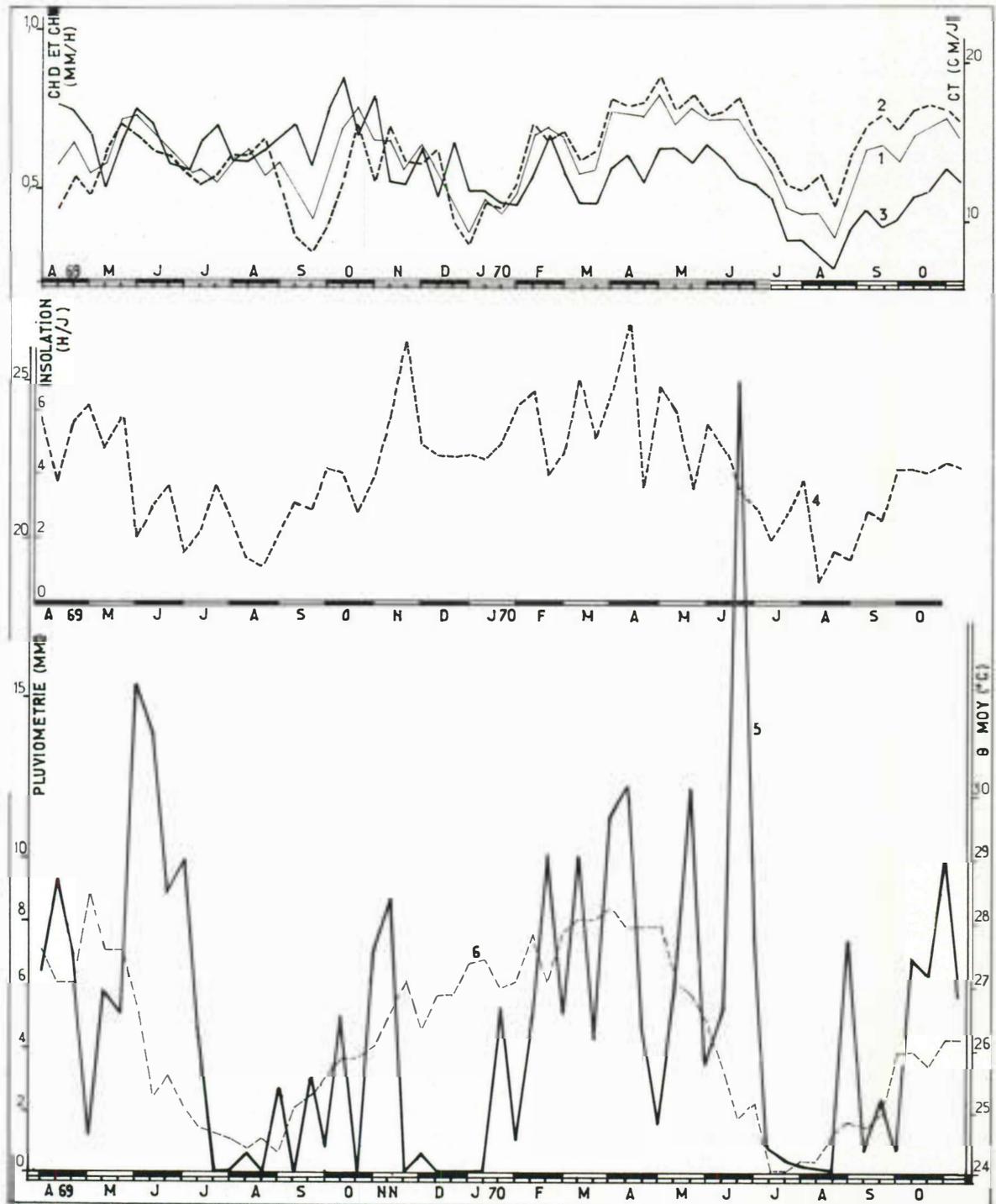


FIGURE 60 - Vitesse de croissance du cigare foliaire (moyennes par décade) en sol ferrallitique. Influence des conditions climatiques.

- 1- CT = Croissance journalière du cigare (cm/jour)
- 2- CHN = Croissance horaire nocturne (mm/heure)
- 3- CHD = Croissance horaire diurne (mm/heure)
- 4- Durée moyenne d'insolation (heures/jour)
- 5- Pluviométrie (mm/jour)
- 6- Température moyenne (°C)

TABLEAU 28 - Caractéristiques floraison-récolte

Dates de mise en terre	26/04/74	13/07/74	23/09/74	27/11/74	07/02/75
Intervalle plantation-floraison	190	187	167	181	163
Intervalle floraison-récolte	104	106	103	116	107
Nombre de mains	9,2	8,8	8,4	8,0	7,6
Nombre de doigts	153	160	147	127	120
Nombre de feuilles émises	28,2	27,5	25,2	26,3	25,7

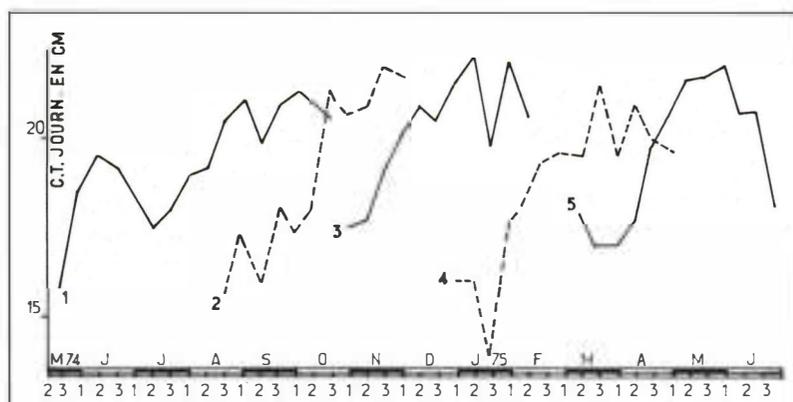


FIGURE 61 - Influence du climat sur la vitesse de croissance journalière du cigare foliaire (moyenne par décade). Essai dates de plantation sur sol organique ancien.

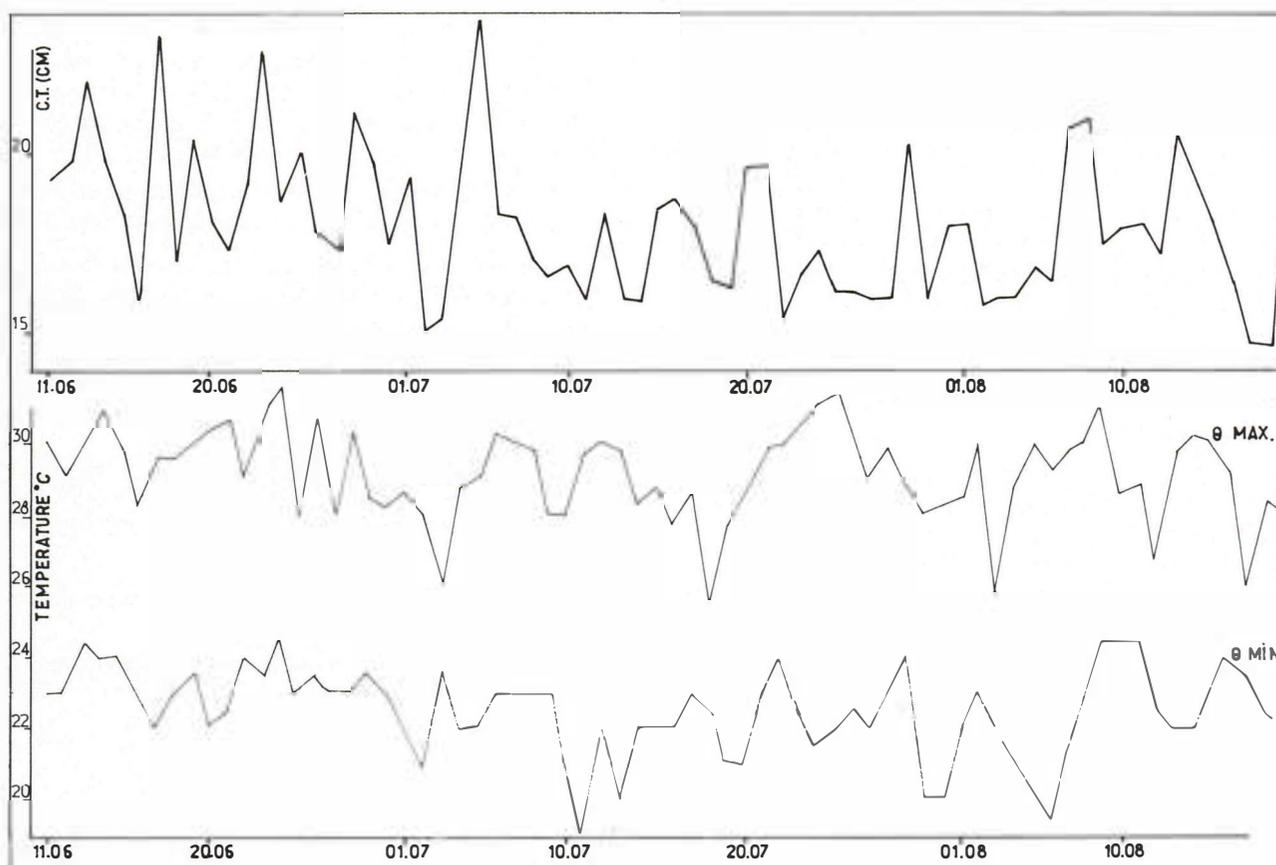


FIGURE 62 - Vitesse de croissance journalière du cigare foliaire et températures sous abri entre le 10 juin et le 20 août 1974

très basses (11,5 °C le 22 janvier) (fig. 63). Pour la troisième plantation, on obtient :

- à 22,0 °C un allongement de 25,2 cm/jour,
- à 19,0 °C un allongement de 20,8 cm/jour,
- à 17,0 °C un allongement de 16,6 cm/jour,
- à 14,7 °C un allongement de 12,2 cm/jour,
- à 11,5 °C un allongement de 12,4 cm/jour.

La diminution d'allongement est quasi linéaire entre 19 °C et 14,7 °C. Entre 14,7 °C et 11,5 °C, les valeurs obtenues sont identiques.

Remarquons que, pendant les périodes de températures minimums basses, l'évaporation Piche est très intense et l'hygrométrie à 12 heures faible, ce qui correspond bien à un temps d'harmattan (vent sec et frais).

V.5. Synthèse et discussion

Les résultats exposés permettent d'apporter des précisions sur le développement du bananier, en liaison avec la climatologie.

V.5.1. Croissance du limbe foliaire

La croissance du limbe de la feuille a lieu entièrement dans le pseudo-tronc. SKUTCH (123a) a étudié en détail cette croissance de type basipète. Il a montré que la partie devenant ultérieurement la gaine reste très courte, alors que l'on peut observer la partie pétiolaire et la nervure centrale terminée par l'appendice précurseur. La partie nervure s'allonge et l'aile droite du limbe commence à couvrir le côté gauche. Chaque aile se développe pour donner les deux demi-limbes. Celui de droite forme plusieurs spires entourant la nervure; l'autre progresse dans la gouttière de la nervure. SKUTCH (122) a compté jusqu'à 18 spires; il a trouvé dans le pseudo-tronc de 'Gros Michel' 7 feuilles immatures, dont la plus jeune avait 24 mm de long. CHAMPION (23) a observé jusqu'à 12 feuilles chez 'Poyo'. Pour les plantes jeunes (à limbe étroit), nous n'en avons noté que 4 à 5 visibles. En phase adulte, à l'approche de la différenciation florale, le bananier en possède de 12 à 14.

BARKER (13) précise que la croissance du limbe est indépendante de celle de la gaine. Cependant, les deux processus sont bien synchronisés. Le limbe atteint sa taille finale en deux mois et les trois quarts de celle-ci 8 jours avant le début de sa sortie au sommet du faux-tronc. Les deux tiers de l'allongement de la gaine foliaire se réalisent pendant la semaine de sortie du cigare.

La sortie du limbe (cigare foliaire) correspond donc en réalité à la croissance très active de la gaine foliaire et d'une portion de pétiole.

Nos observations confirment bien celles de BARKER et SKUTCH, puisqu'on a pu montrer que, pour toutes les feuilles, le limbe avait terminé sa croissance à un niveau situé à 60 cm en-dessous du repère formé par l'intersection des ailes pétiolaires des F II et F III.

Étant donné que la longueur du limbe est en liaison avec la taille de la plante, du moins jusqu'au début de la montée de l'inflorescence dans le faux-tronc, on peut penser que la croissance du limbe est ralentie, puis stoppée quand l'extrémité apicale (filament précurseur) atteint un certain niveau dans le pseudo-tronc. SKUTCH (123b) avait supposé que cet appendice pourrait jouer un rôle dans la détermination de la taille finale du limbe. L'étude anatomique réalisée par BARKER (13) n'a pas permis de déceler de structure particulière pour une fonction aussi précise.

V.5.2. Vitesse de sortie du limbe

La cinétique de vitesse de sortie du limbe foliaire a une allure sigmoïdale, permettant de distinguer trois phases :

- **une phase lente**, lorsque le cigare commence à pointer au centre du bouquet foliaire. Elle est, dans la majorité des cas, difficile à mettre en évidence, surtout pour des plants âgés (limbe de la feuille précédente en cours de déroulement),

- **une phase constante** (partie quasi rectiligne), lorsque les conditions de milieu sont constantes,

- **une phase de ralentissement** concomitante au début du déroulement du limbe. Sa durée augmente avec la longueur finale de la feuille et peut atteindre 3 semaines à 1 mois.

On peut noter que la première et la dernière phase ne sont absolument pas symétriques, comme cela est le cas dans une courbe sigmoïdale typique. La première est bien plus courte que la dernière. GANRY (47) a mis en évidence que la 1^{re} phase est la résultante :

- du premier stade de croissance de la gaine foliaire,
- du troisième stade de croissance du limbe.

Cet auteur a montré en outre que, dans le faux-tronc, l'élongation maximum ne se situe jamais à la partie basale, mais à une certaine hauteur variable avec l'âge du bananier. Selon GANRY, les zones d'allongement cellulaire maximum semblent se distinguer nettement des zones de multiplication.

La phase la plus intéressante pour l'étude de la croissance des plantes est bien celle où la vitesse de sortie du cigare est constante. On a obtenu des valeurs d'élongation maximum de la gaine de 21 à 30 cm/jour.

V.5.3. Influence du stade de développement de la plante sur la vitesse de sortie du limbe

Soulignons l'inexistence de données bibliographiques sur ce sujet.

V.5.3.1. Vitesse moyenne journalière

V.5.3.1. Vitesse moyenne journalière

La comparaison buses-pleine terre-plantation de novembre a montré que la vitesse journalière était constante pour la mise en terre de novembre. Par contre, en buses, elle croît régulièrement jusqu'au niveau de la 18^e feuille.

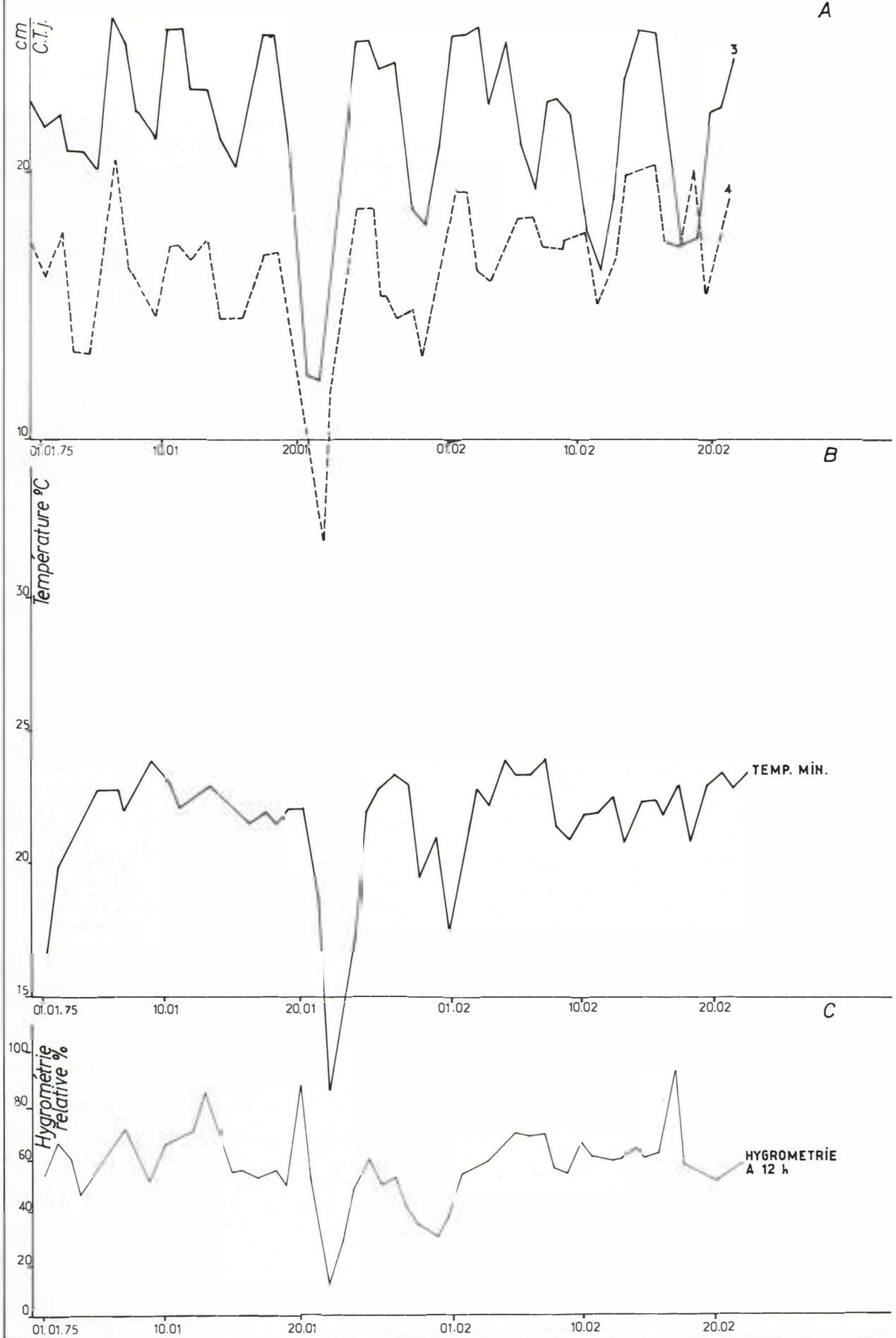


FIGURE 63 - Influence de l'harmattan sur la vitesse de croissance journalière du

Dans l'essai variations saisonnières d'Azaguié, la vitesse journalière subit un ralentissement au niveau de la 9^e feuille.

En bonnes conditions de culture, la vitesse moyenne journalière augmente des premières feuilles émises jusqu'aux feuilles F 15 à F 18, puis reste constante.

V.5.3.2. Vitesse horaire diurne (CHD) et vitesse horaire nocturne (CHN)

TRELEASE (136) a montré que la vitesse horaire nocturne était la plus constante et qu'il existait des différences d'allongement entre le jour et la nuit.

BARKER (13) indique que la vitesse d'allongement est faible pendant la nuit et présente un maximum en fin d'après-midi et un autre en début de matinée.

Ces auteurs n'ont pas réalisé de mensurations sur des bananiers d'âges différents et ne donnent pas d'indications sur les variations de CHD et CHN selon le stade de développement des plantes.

Dans les expérimentations menées à Azaguié, les fluctuations journalières de CHD sont moindres que celles de CHN, ce qui va à l'encontre des observations faites par TRELEASE.

Le rapport CHD/CHN décroît rapidement de la F 1 à la F 10 ou F 12, puis se maintient assez constant. L'évolution des indices CHD/CHN et L/l du limbe, d'une feuille à la suivante, est lié au développement du bananier. Nous avons pu préciser ainsi que, pour le bananier 'Poyo', on a :

- formation d'un nombre défini de feuilles, voisin de 25-26, lorsqu'on prend comme référence première feuille celle ayant au moins 10 cm de large et comme dernière feuille celle ayant les plus grandes dimensions de limbe,

- modification importante au niveau de F XIV ou F XV, production de feuilles supplémentaires lorsque les conditions écologiques sont défavorables au niveau de la sortie des F XIV ou F XV.

Les essais variations saisonnières ont permis de préciser que la différenciation des mains se réalise lorsque les F XVI-F XIV sortent, alors que le nombre de doigts est déterminé pendant l'émission des F XIV-F XII. Ces faits sont d'une très grande importance pour la conduite culturale optimale, comme nous le verrons dans la partie consacrée à l'étude de l'inflorescence.

V.5.4. Influence des conditions climatologiques

En 1923, TRELEASE (136) avait démontré l'existence d'une relation entre le climat et la vitesse de sortie des feuilles. Sur le cultivar 'Latundan' aux Philippines, il obtint des valeurs comprises entre 5,0 et 20,7 cm/jour. BARKER (13) a observé que l'élongation est en corrélation avec la température de l'air et l'humidité.

En Côte d'Ivoire, de juillet à septembre, l'allongement du cigare foliaire est lent par suite des conditions climati-

ques défavorables. Plusieurs de leurs composantes ont une influence, mais il est délicat de faire la part de chacune. On observe, en effet, une faible pluviométrie liée à une insolation réduite et donc à des températures relativement basses. Leur action se fait d'autant plus sentir que les bananiers ont subi, juste avant, une période très pluvieuse. Cette saison ralentit le développement et la croissance, ce qui se traduit par une production de feuilles supplémentaires à caractères plus ou moins juvéniles.

V.5.4.1. Influence de la pluviométrie

En sol organique (Niéky), l'action de la sécheresse est peu sensible et la croissance est bonne (plus de 20 cm/jour). En sol minéral (Azaguié), le déficit hydrique ralentit très sensiblement la sortie des cigares foliaires. Il est le paramètre le plus important. En effet, le sol n'est que très rarement à l'optimum hydrique propice à la végétation du bananier, comme on a pu le montrer précédemment au sujet des racines.

La prospection des racines ne s'étend guère à plus de 25 cm en profondeur et la tranche d'eau utilisable n'est que d'environ 15 mm, ce qui justifie des irrigations très fréquentes (tous les 3 jours) à petites doses (15 mm), qui ne sont pas toujours très aisées à réaliser. Cela signifie que des pluies ou des irrigations de plus de 15 mm peuvent provoquer des asphyxies, mais on ignore presque tout sur les niveaux critiques des teneurs en oxygène ou même en air, au niveau des racines. Les critères simples : porosité effective pour l'air à un moment donné, pourcentage de la porosité totale occupée par l'eau, rapidité des percolations, etc... ne suffisent pas à définir des conditions défavorables.

Le bananier se défend mieux contre le déficit hydrique que contre l'asphyxie. Pour une turgescence relative de 98 % de la feuille, l'angle de repliement des demi-limbes est de 140°; à 96 % il est de 120° et à 94 %, de 45° seulement. En dernier ressort, la nervure centrale se courbe et, si le déficit s'accroît, le pétiole peut casser. Ce phénomène se répercute sur l'allongement du cigare. On constate ainsi, entre 14 et 17 heures, un fort ralentissement de croissance, excepté pour les mois où le déficit hydrique et l'insolation sont faibles.

V.5.4.2. Influence de la température

Sur sol minéral, l'action de la température et de l'insolation a été masquée par celle du bilan hydrique. La littérature fournit cependant des indications très intéressantes.

GREEN et KUHNE (51) ont mis en évidence, sur bananier nain, une relation entre température sous abri et allongement du cigare. L'arrêt d'élongation survient à des températures voisines de 11 °C. TURNER (138 et 140) établit une bonne corrélation entre température et taux de croissance. Il constate un décalage entre température et croissance, dû à la structure du faux-tronc. L'émission foliaire cesse à 10 °C. GANRY (47) a pu analyser la liaison température-croissance d'une façon beaucoup plus précise, en utilisant

des thermocouples à différentes profondeurs dans le faux-tronc. Toute température au-dehors de la gamme 9-10 °C à 38-40 °C se manifeste par un arrêt de la sortie de la feuille en cours de croissance. L'optimum thermique se situerait autour de 28 °C.

En sol organique, où le problème hydrique est bien moins aigu qu'en sol minéral, on a pu mettre en évidence une influence sensible de la température. Dans tous les cas où la température maximum est inférieure à 26 °C et/ou la

température minimum inférieure à 21 °C, la vitesse de sortie du cigare diminue. Le ralentissement le plus spectaculaire est observé en période d'harmattan.

V.5.5. Modèle de développement du bananier

Les résultats obtenus par les deux types de mesures (dimensionnelles des feuilles et vitesse de sortie du cigare) nous permettent d'établir avec quelques précisions les phases de développement végétatif du bananier 'Poyo' en second cycle (tableau 29).

Tableau 29. - Phases de développement végétatif du bananier 'Poyo' en second cycle.

Phases 2° cycle	Caractéristiques dimensionnelles du limbe	$\frac{CHD}{CHN}$ ↓	Vitesse de sortie du cigare
Phase végétative de jeunesse Contrôle du pied-mère	$L \uparrow$ $L/l \downarrow$ $l \uparrow$ transition à la F XVI	$\frac{CHD}{CHN} \downarrow$	transition à la F XVIII
Phase végétative indépendante	$L \uparrow$ $L/l \rightarrow$ $l \uparrow$ transition à la F XI ou XII		transition à la F XIV ou XV
Phase végétative apparente concomitante à la phase florale interne	$L \uparrow$ $L/l \uparrow$ $l \rightarrow$	$\frac{CHD}{CHN} \rightarrow$	

a) *Une phase de jeunesse* : où les feuilles croissent en longueur et largeur, alors que L/l diminue. Le rapport CHD/CHN diminue. C'est la période où le rejet est sous l'influence du pied-parent au stade de régime. L'inhibition produite par celui-ci peut avoir une durée variable, mais elle disparaît à l'approche de la récolte.

b) *Une phase végétative indépendante* : où le rapport L/l reste faible. Le rapport CHD/CHN continue à décroître.

c) *Une phase végétative apparente* : où la largeur augmente peu alors que la longueur continue à croître. Le rapport L/l augmente et CHD/CHN reste constant.

La transition entre phase végétative indépendante et phase végétative apparente se réalise au niveau des feuilles F XIV ou F XV pour le critère vitesse de sortie du cigare, alors que pour le critère dimensions du limbe elle se fait à F XI-F XII. Le désaccord n'est, à notre avis, qu'apparent. En effet, il faut bien préciser les phénomènes observés :

- la vitesse de sortie du cigare traduit une croissance actuelle, un fonctionnement présent de la plante et s'adresse **à la gaine foliaire et non au limbe,**

- les dimensions du limbe de cette même feuille correspondent à la croissance du limbe, qui a eu lieu antérieurement dans le pseudo-tronc avant sa montée. Selon les indi-

cations obtenues, on peut estimer le décalage à environ 3 semaines, soit 3 feuilles.

On peut donc avancer l'hypothèse que la croissance du limbe foliaire de la F XI est concomitante à la sortie de la F XIV. Si ceci est vrai, les mesures du limbe donnent des indications avec un mois de retard, alors que les mesures de cigare correspondraient aux phénomènes présents.

V.6. Conclusion

Il est très intéressant de constater que le nombre de feuilles émises n'est pas directement en liaison avec la productivité et que, dans des conditions optimales, un bananier 'Poyo' produit 25 à 26 feuilles de plus de 10 cm de large. Les observations de la vitesse de sortie du limbe confirment que les feuilles supplémentaires pouvant se former sont anormales et correspondent à des conditions défavorables de croissance-développement. En outre, selon les observations de CHARPENTIER et diverses constatations sur le terrain, le bananier n'a besoin que de 8 feuilles vivantes pour un développement normal.

Les caractéristiques des feuilles, de même que le rythme d'émission et la vitesse de sortie, ne restent pas constantes au cours de la vie du bananier. Elles sont liées au développement de la plante et c'est donc à leur niveau que l'on

doit chercher à préciser la formation de l'inflorescence. Pour l'agronome, le plus important est de déceler les facteurs favorables à la production de l'inflorescence la plus fournie possible.

Le bananier est dans son état d'équilibre normal à partir du second cycle. Le premier cycle présente un développement particulier du fait de la perturbation causée par la replantation.

En second cycle, c'est-à-dire lorsque le bananier a le dé-

veloppement normal d'une plante à l'équilibre, on a pu préciser les phases de développement végétatif.

Du point de vue méthodologie, on peut considérer que la vitesse de sortie du cigare foliaire est un critère de croissance fiable et dont la réponse est extrêmement rapide. C'est un critère qui devrait être utilisé dans toutes les études de physiologie et même dans le cadre d'un système d'avertissement conseil généralisé.

(à suivre)



Annnonce des colloques d'octobre 1978

Stérilisation par irradiation et stérilisation à l'oxyde éthylène

Devant le nombre de demandes de renseignements reçues après notre colloque de novembre 1977, et l'acuité des problèmes de maintenance et de sécurité de la stérilisation à l'oxyde d'éthylène, nous avons décidé de programmer un second colloque qui se tiendra à Nantes les 24-25 et 26 octobre prochains.

Les procédés de stérilisation par irradiations, rayons X et bombardements électroniques intéressent les mêmes types d'industrie.

Nous les traiterons parallèlement en étudiant successivement les points suivants :

- principes de stérilisation,
- appareillages et centres de traitement à façon,
- substances traitées : matériel médico-chirurgical, aliments, médicaments, cosmétiques, emballages,

- doses d'utilisation,
- durée de la stérilisation en fonction du conditionnement,
- témoins de stérilisation,
- précautions à prendre,
- réglementation française ou internationale.

Ce colloque devrait rassembler les industriels pharmaceutiques, cosmétiques, alimentaires, des pharmaciens hospitaliers, des directeurs des hôpitaux et des ingénieurs de sécurité, des fabricants de matériel médico-chirurgical et d'objets à usage unique. Il peut être suivi au titre de la formation continue.

Pour tout renseignement, écrivez ou téléphonez au :

Laboratoire de Cosmétologie et de Pharmacie Industrielle
Madame le Professeur Y. de ROECK-HOLTZHAUER
68, boulevard Eugène-Orieux,
44000 NANTES. Tél. (40) 74.23.22 - 74.32.89.