

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

**A. LASSOUDIÈRE\***

## AVANT-PROPOS

Sous ce titre, le 24 novembre 1978, A. LASSOUDIÈRE soutenait une thèse d'ingénieur-docteur à l'Université d'Abidjan devant un jury présidé par le Professeur LOROU-GNON-GUEDE, Ministre de la Recherche scientifique de la République de Côte d'Ivoire. Cette présidence marquait bien tout l'intérêt manifesté dans ce pays, dont le développement agricole est remarquable, pour les études dont le caractère scientifique s'allie avec la possibilité d'en utiliser les résultats dans l'agriculture telle qu'elle existe.

La Revue FRUITS publie la plus grande partie de cette thèse dont l'auteur est agronome de recherches à l'IRFA depuis une dizaine d'années au cours desquelles il a travaillé constamment sur les problèmes bananiers, dans le cadre des programmes d'expérimentations agronomiques dont on sait que l'objectif très pratique est l'amélioration des systèmes de culture et de la qualité du produit. Toutefois, dans notre Institut, une partie de ces programmes porte sur l'acquisition de données fondamentales sur la plante et son comportement dans divers milieux écologiques. Tout en assurant la conduite d'essais très variés en collaboration avec les spécialistes de diverses disciplines, A. LASSOUDIÈRE s'est intéressé à ce type de recherches sans qu'on puisse d'ailleurs l'aider, faute de moyens pour les développer. En particulier, les volets "climat, sol" qui forment avec la "plante" le tryptique fondamental, base de la phytotechnie, n'ont pu être explorés comme il aurait fallu. Le travail résulte donc avant tout d'un effort personnel considérable si l'on considère la masse des observations accumulées et étudiées.

A. LASSOUDIÈRE a considéré séparément les principaux organes du bananier : racines, système foliaire et inflorescence, dans les conditions mêmes du milieu où ils croissent et se développent. Cette division se reflète dans les chapitres qui seront présentés aux lecteurs. Ceux-ci y trouveront de nombreuses données sous forme de tableaux ou de graphiques, constituant une documentation précieuse, ainsi que des commentaires et conclusions. L'auteur a pu dégager les aspects spécifiques au bananier et insister sur la grande intensité des effets du milieu.

En conséquence, A. LASSOUDIÈRE détermine un certain nombre d'axes de recherches qu'il serait souhaitable d'aborder, ainsi que les possibilités d'applications à terme plus proche dans les systèmes de culture en usage en Côte d'Ivoire.

Comme exemple, rappelons que les bananeraies deviennent rapidement hétérogènes, ce qui présente des inconvénients pour les diverses techniques qui leur sont appliquées. Le choix initial du matériel végétal, celui d'une date de plantation adéquate, la sélection et la conduite des tiges successives, sont les conditions nécessaires pour approcher l'homogénéité souhaitée. Ceci requiert des recherches supplémentaires qui sont bien dans la ligne de celles exposées dans cette thèse et qui répondent au même principe : mieux connaître comment la plante croît et se développe dans ses diverses phases, apprendre comment agir sur elles et enfin appliquer les résultats à l'amélioration des systèmes de culture.

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

# 1<sup>re</sup> PARTIE

## Matériel végétal et méthodes d'études

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

1<sup>re</sup> PARTIE. - MATÉRIEL VÉGÉTAL  
ET MÉTHODES D'ÉTUDES

A. LASSOUDIÈRE

*Fruits*, mai 1978, vol. 33, n° 5, p. 293-313

**RÉSUMÉ.** - Après une présentation des caractères généraux du bananier, l'auteur donne la description des sites où les études ont été réalisées (stations IRFA d'Azaguié sur sol minéral et du Niéky sur sol organique, en République de Côte d'Ivoire).

Des indications sont données sur les caractéristiques des sols et sur la climatologie.

### I - CARACTÈRES GÉNÉRAUX DU BANANIER

Les bananiers sont des **plantes herbacées monocotylédones** de grande taille, à feuilles entières, emboîtées les unes dans les autres.

#### I.1 - Position taxonomique des bananiers dans le règne végétal

EMBERGER (41)\* place les *Musa* dans l'ordre des **Scitaminales** (Liliales dioscoréales). Ces Scitaminales "appartiennent à la même souche que les Liliiflorales, dont elles sont sans doute une lignée phylétique ayant abouti à la zygomorphie et à l'asymétrie florale" (EMBERGER). HUTCHINSON, cité par SIMMONDS (119) et CHAMPION (24), parle de l'ordre des **Zingibérales**, probablement du fait que la famille des Zingibéracées est la plus vaste avec 45 genres et 800 espèces. Dans cet ordre, les **Musaceae** comprennent deux genres : *Musa* et *Ensete*. Parmi les *Musa*, seuls les *Eumusa* ont donné des espèces parthénocarpiques.

Le bananier 'Poyo', cultivé en Côte d'Ivoire, sur lequel ont porté nos études, est un cultivar triploïde à stérilité gamétique quasi-complète. Il a pour origine *Musa acuminata colla*. Pour cette raison, on dit qu'il s'agit d'un triploïde AAA, afin de le distinguer de certains cultivars provenant d'hybrides de *Musa acuminata* et *Musa balbisiana*, tels les plantains (AAB).

Les principales caractéristiques taxonomiques sont les suivantes :

#### - Caractères des Musaceae

- androcée non pétaloïde, 5-6 étamines,
- feuilles et bractées arrangées en spirale,
- types de fleurs séparés sur l'inflorescence.

#### - Caractères du genre *Musa*

- bractées et fleurs mâles fanant et tombant séparément,
- fleurs femelles dépourvues de tissu d'abscission.

#### - Caractères de la section des *Eumusa*

- nombre chromosomique de 11,
- spathes sillonnées longitudinalement sur la face externe,
- inflorescence pendante ou semi-pendante,
- fruits se retournant vers la base de la hampe au cours de leur développement,
- nombreuses fleurs par bractée, en deux rangs.

Le bananier 'Poyo' se caractérise, au point de vue taxonomique, de la manière suivante :

Variété Poyo (appelée aussi Robusta),  
Groupe Cavendish (dit aussi sinensis),  
Triploïde AAA (3 génomes de *Musa acuminata* sp.),  
Section *Eumusa*,  
Genre *Musa*,  
Sous-famille des Musoïdeae,  
Famille des Musaceae,  
Ordre des Scitaminales (identique aux Zingibérales),  
Monocotylédone.

#### I.2 - Description de la plante

Le bananier (figure 1) est une plante herbacée, dont la vraie tige ne dépasse guère le niveau du sol. Cette tige, appelée communément souche ou rhizome, émet des racines et se ramifie pour donner les rejets. Le méristème apical

(\*) Les références bibliographiques classées par ordre alphabétique des auteurs seront données à la fin de la 5<sup>e</sup> partie.

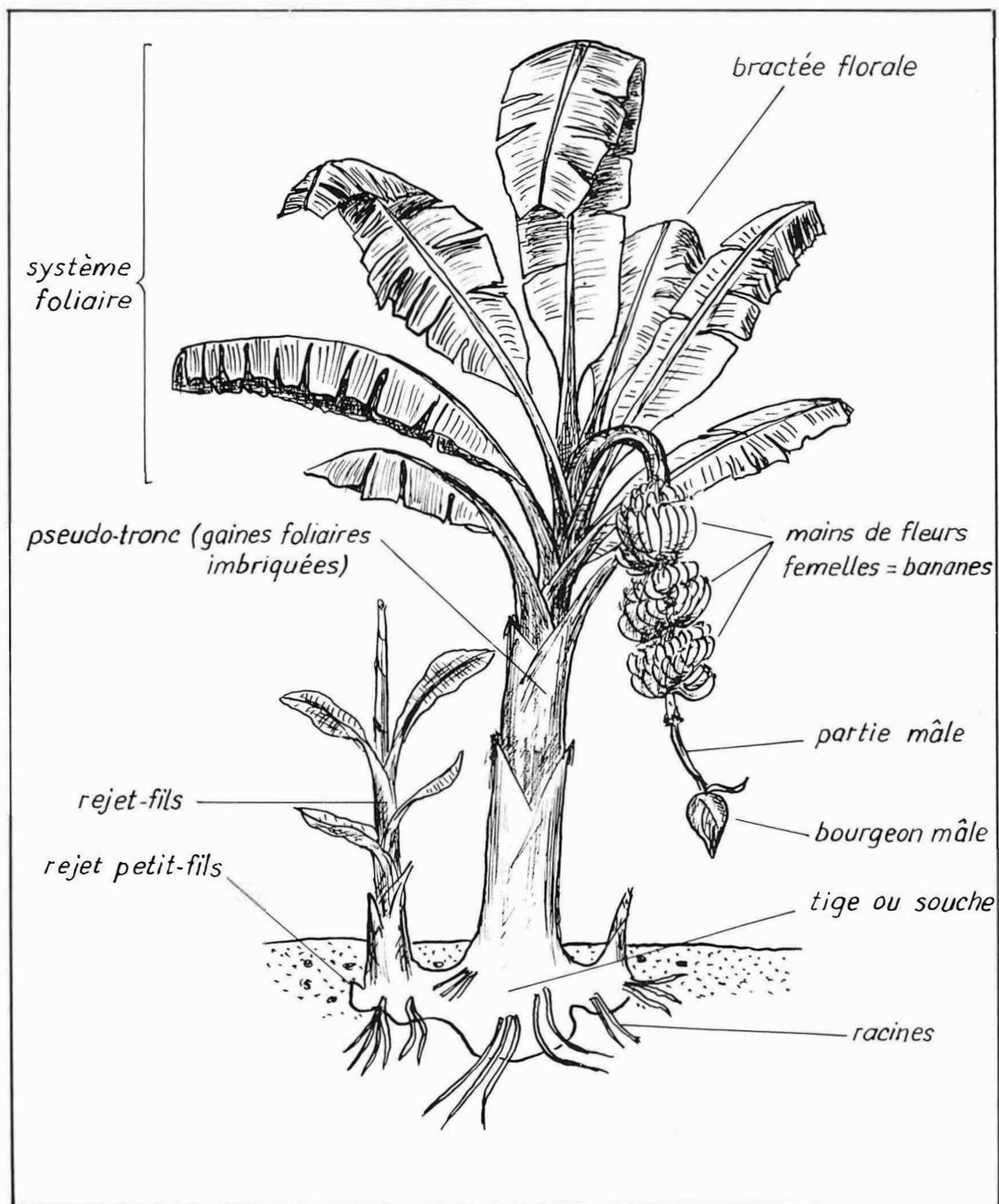


FIGURE 1 : Schéma général d'un bananier en phase de fructification.

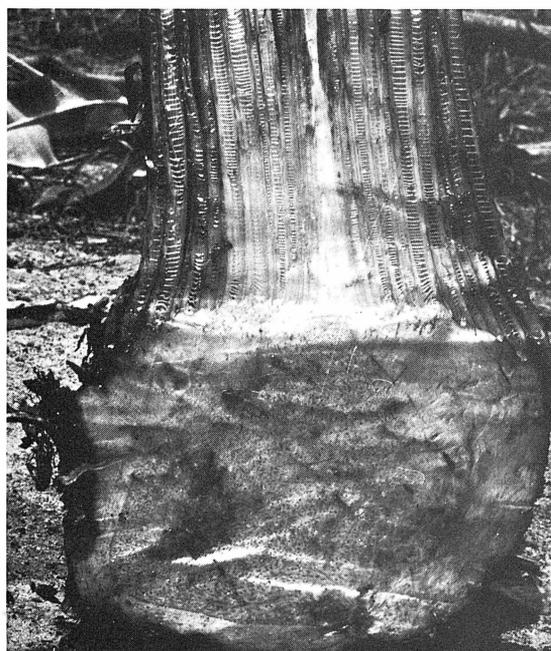


PLANCHE 1

Photo a (en haut): Bananiers de 3 mois au stade végétatif indépendant

Photo b (à gauche) : Coupe longitudinale dans la souche et à la base du pseudo-tronc d'une plante en phase végétative

de la tige produit des feuilles en disposition hélicoïdale, possédant une partie basale élargie (gaine foliaire). L'imbrication des gaines foliaires constitue le faux-tronc ou pseudo-tronc. Après une phase végétative, le méristème terminal évolue en bouton floral. La description générale a été faite par divers auteurs, résumée en particulier par CHAMPION (23) et SIMMONDS (120).

#### 1.2.1 - La tige souterraine et les rejets

Dans la littérature et aussi dans la pratique, on emploie indistinctement les termes de souche, rhizome, bulbe ou tige. De LANGHE (35) attribue au bananier une structure monopodiale (le bulbe étant en réalité une tige principale avec des ramifications latérales). D'autres auteurs l'assimilent à un rhizome, dont une ramification donne une tige aérienne. Les observations anatomiques, en particulier l'étude de la vascularisation, sont difficiles, comme l'a souligné SKUTCH

dès 1931-1932 (125, 126). La souche est constituée d'une zone corticale et d'un cylindre central séparés par la couche de Mangin, lieu de formation des racines (fig. 2). Du fait d'une extrême contraction des entrenœuds, cette tige est réduite en hauteur jusqu'au moment de la différenciation florale. Elle donne vers sa base des racines et vers son sommet des organes foliaires issus du méristème apical. Sur cette souche sont disposés les bourgeons qui assurent la pérennité de l'espèce. De LANGHE (35), par une étude de la vascularisation, a pu montrer que le bourgeon visible au niveau d'une feuille donnée provenait en réalité de la base de la feuille précédente, avec un décalage d'environ 20°, afin de se loger dans le V formé par les deux ailes de la jeune feuille opposée. Il ne s'agirait donc pas de bourgeons adventifs, comme cela est mentionné assez souvent dans la littérature.

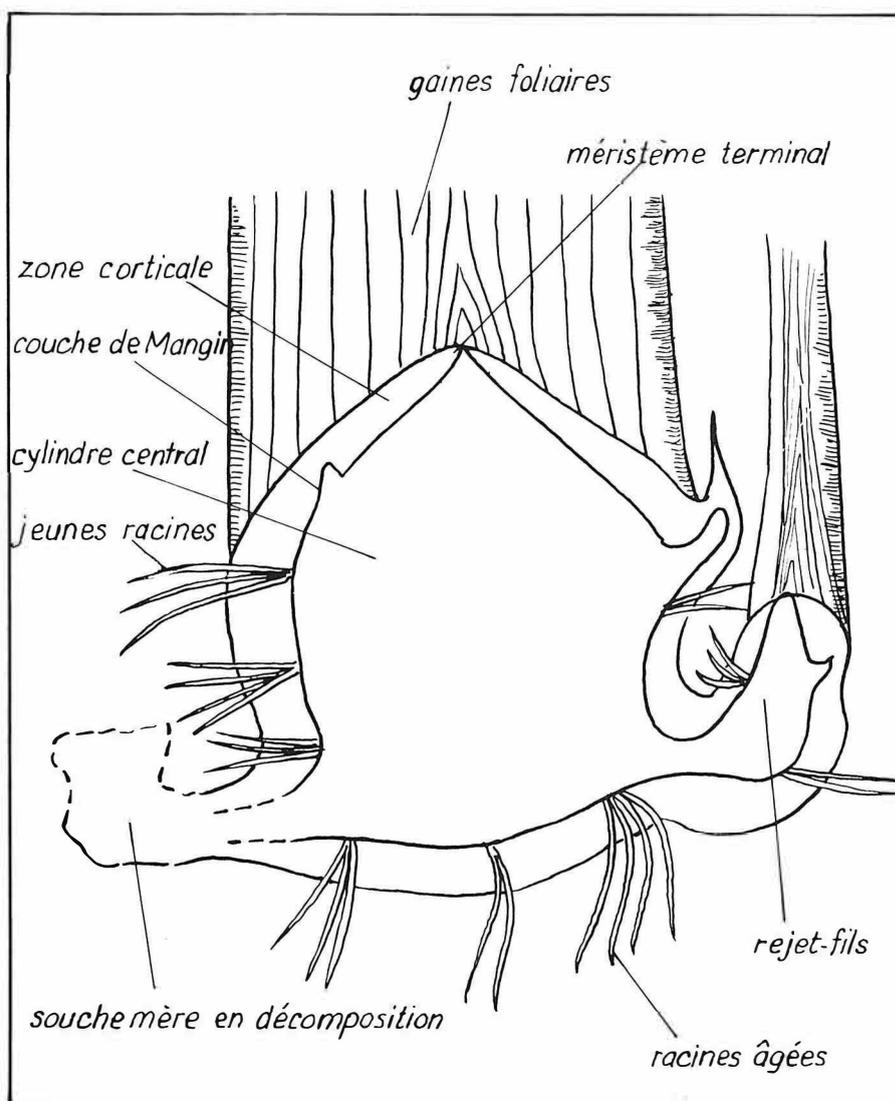
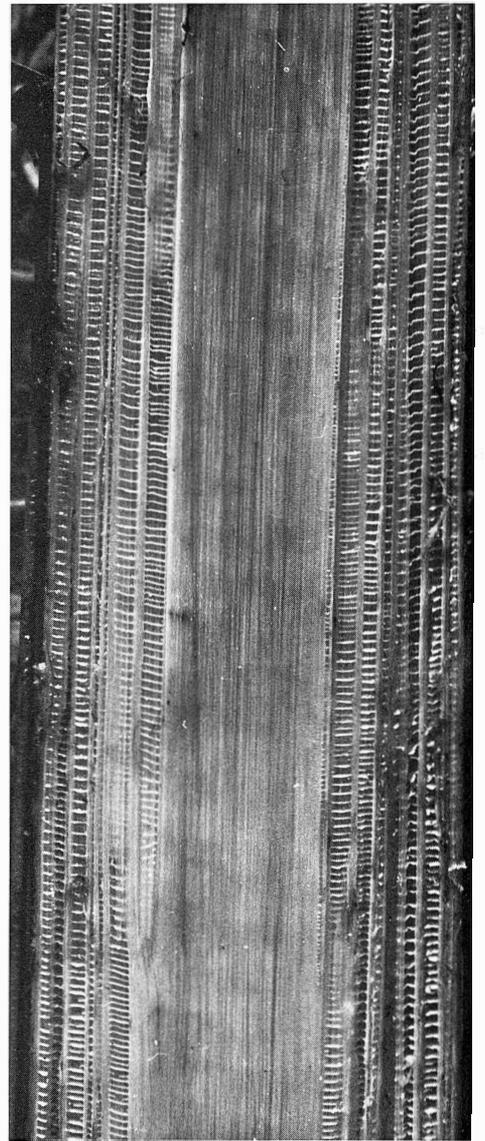
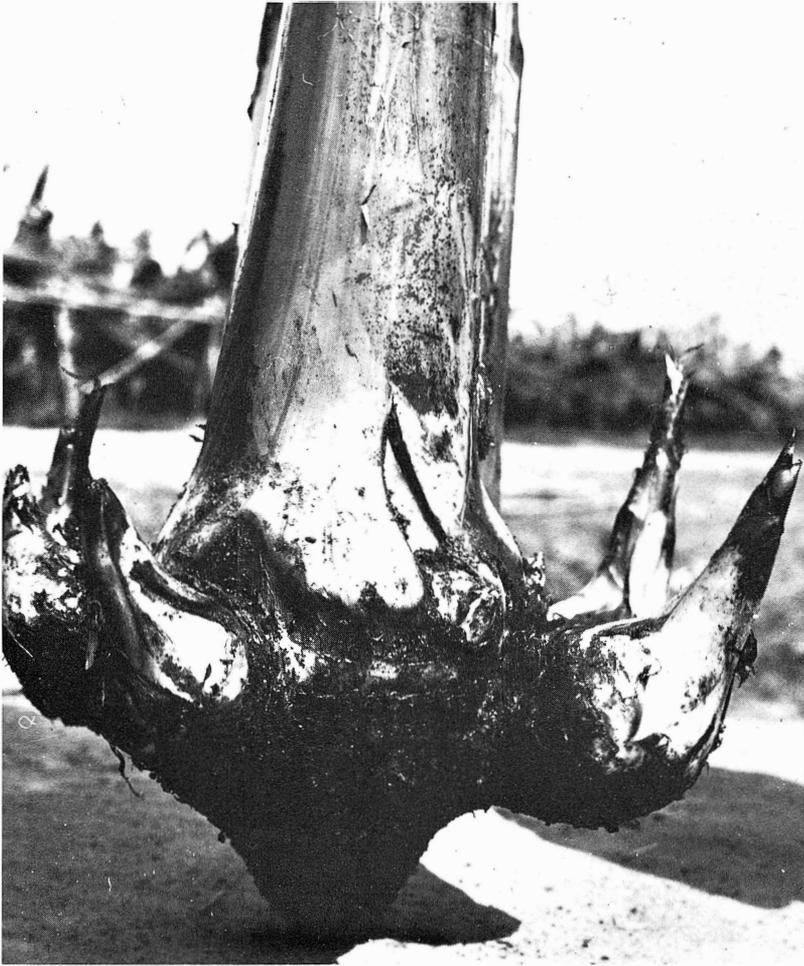


FIGURE 2 : Schéma de la tige souterraine (bulbe = souche).



## PLANCHE 2

Photo a (en haut à gauche) : Production de rejets par un bananier au stade inflorescence pointante (le grand rejet est derrière le faux-tronc).

Photo b (en bas à gauche) : Même souche, mais vue de dessus, avec le rejet successeur.

Photo c (à droite) : Coupe longitudinale dans le même faux-tronc. Noter les caractéristiques des gaines foliaires (voir aussi la photo b).

La production de rejets, à partir de ces bourgeons, a fait l'objet d'études agronomiques ayant pour but de définir le meilleur rejet pour l'agriculteur et de trouver un moyen rapide de multiplication. SUBRA et GUILLEMOT (130) ont montré que le rejet le plus vigoureux se situe en troisième position dans l'alignement vieille souche-pied-mère. Ce rejet, dit rejet axial, est formé précocement à la base du collet. Sous l'influence inhibitrice du pied parent, il assure lui-même un contrôle sévère des autres bourgeons.

La tige souterraine présente des entre-nœuds très courts. Ils s'allongent très sensiblement si l'on plante le rejet profondément ou si on maintient dans l'obscurité la base du faux tronc. Dans certains cas, il se forme un nouveau bulbe à un niveau voisin de la surface du sol, consécutif à la recherche de la lumière par le point méristématique (CHARPENTIER 33). C'est une technique de production rapide de matériel végétal, à condition d'enlever régulièrement les grands œilletons. Une autre technique (HAMILTON 55) consiste à blesser le méristème apical pour qu'il se forme un cal sur lequel des bourgeons vont se développer. Signalons que BARKER (8) a obtenu une floraison très rapide de certains de ces rejets provenant d'une multiplication intensive. BARKER et DICKSON (10) supposent que les derniers bourgeons formés sur le pied-mère en phase florale présentent un stade de différenciation avancé.

### I.2.2 - Le système racinaire

Le bananier émet, à partir de la couche de Mangin, des racines en forme de cordonnets dites primaires, d'un diamètre de 5 à 10 mm et d'une longueur pouvant atteindre 10 m. Elles sont souvent groupées par 3 ou 4 et portent des racines latérales ou secondaires, fines et courtes, lesquelles produisent des radicelles.

RIOPEL et STEEVES (108), par l'analyse de l'anatomie et du développement des racines de *Musa acuminata*, variété 'Gros Michel', ont montré que le système racinaire du bananier est similaire, sous beaucoup d'aspects, à celui des autres monocotylédones. Le méristème est composé d'initiales constituant un centre minimal de construction. Ces initiales se divisent moins que les cellules marginales du proméristème. Le premier protoxylème adulte apparaît de 10 à 30 mm de l'apex. Les racines sont polyarquées; le nombre de pôles de xylème varie de 28 à 34, sans que l'on puisse noter de corrélation avec le diamètre de la racine ou du cylindre central. On remarque la présence de lacunes lysogènes dans le tissu cortical, dès 15 cm au-dessus de l'apex racinaire. La zone d'élongation la plus active se situe à un demi-centimètre de celui-ci.

RIOPEL (109) estime que 65 % des cellules du péricycle des racines primaires sont des sites potentiels pour le développement de racines latérales.

### I.2.3 - Le système foliaire

La feuille de bananier adulte comporte quatre parties principales : la gaine, le pétiole, la nervure centrale et le limbe (fig. 3).

Le limbe se développe de part et d'autre de la nervure centrale, en deux parties sensiblement égales. Avant son étalement, il se présente sous la forme d'un cigare, où le demi-limbe gauche est enroulé sur lui-même dans la gouttière de la nervure centrale, l'aile droite entourant celle-ci (fig. 4).

DUMAS (40) a montré qu'à partir d'un certain stade, la base du demi-limbe, recouvert dans la préfoliation, était orthogonale. La première feuille de ce type est appelée par cet auteur : "feuille origine". En coupe transversale, le limbe présente une structure bifaciale très nette. Les deux tiers environ du tissu chlorophyllien se localisent sous la face supérieure, dans le parenchyme palissadique. Le tiers restant tapisse le fond des espaces lacunaires (canaux aérières) (AUBERT 6).

Lorsque le cigare sort du bouquet foliaire, les tissus du limbe terminent leur organisation (appareil stomatique et photosynthétique). Le déroulement et la sustentation de la feuille sont liés, comme le souligne AUBERT (6), à l'évolution du **parenchyme aquifère**, dont les cellules vont augmenter considérablement de volume (de 10 à 20  $\mu$ , elles atteignent 150  $\times$  50  $\mu$  à l'ouverture de la feuille). Ce tissu se développe le long de la nervure centrale, au niveau de la bande pulvinaire. Lors d'un déficit hydrique, le limbe fléchit au niveau de celle-ci (fig. 5). Si le manque d'eau s'accroît, la nervure primaire elle-même s'arque, permettant de réduire considérablement la transpiration. Ces mécanismes permettent de limiter les inconvénients d'un bilan énergétique défavorable, en raison de l'épaisseur exceptionnelle de la couche thermique limite. Ces mouvements sont rapides (environ 15 à 20 minutes) et plus ou moins synchronisés avec les passages nébuleux. La feuille du bananier, du point de vue physiologique, apparaît comme une surface immense, soumise à des gradients importants de température, de transpiration, de déficit hydrique et de respiration. Au point de vue respiratoire par exemple, MARTIN PREVEL et TISSEAU (84) ont mis en évidence un gradient positif de la base vers l'apex et de la nervure vers le bord du limbe.

Les nervures secondaires sont parallèles; on peut en distinguer deux sortes (CHAMPION 22). Les unes, légèrement saillantes à la face supérieure, sont régulièrement disposées tous les cinq à dix millimètres et vont de la nervure à la marge, presque perpendiculairement à la nervure primaire. Les autres sont moins visibles et se trouvent entre les précédentes.

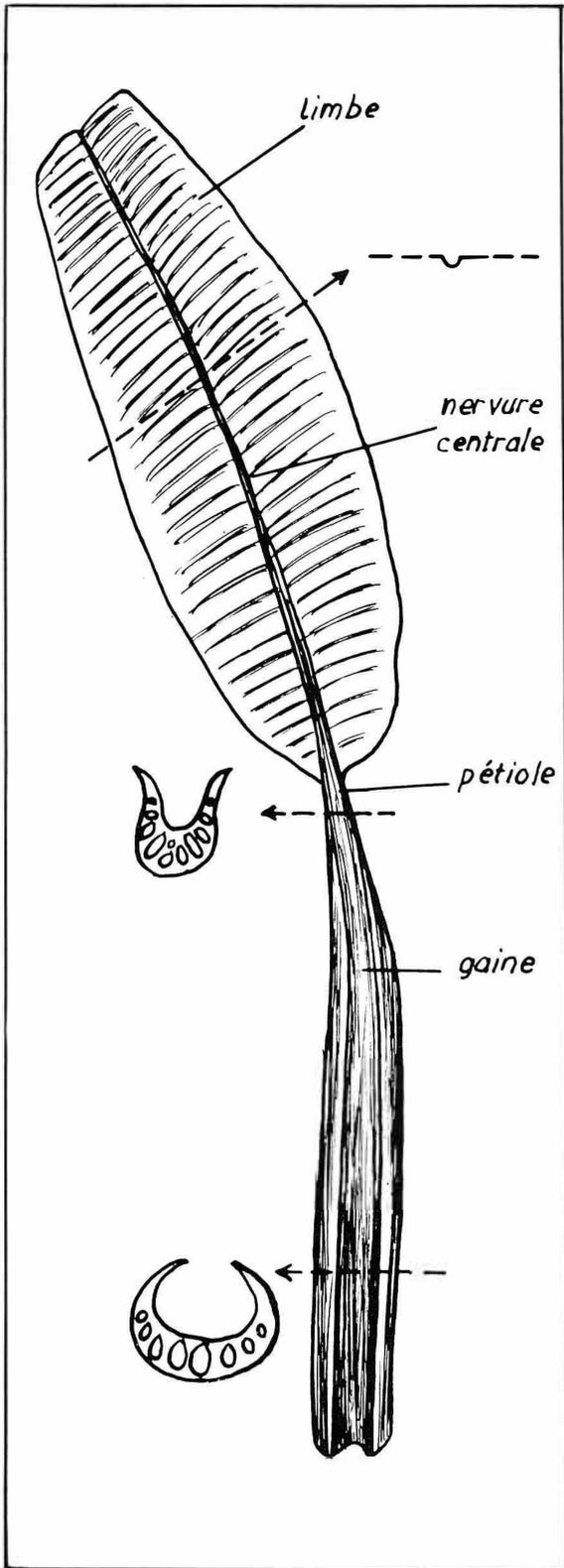


FIGURE 3 : Schéma des principales parties d'une feuille.

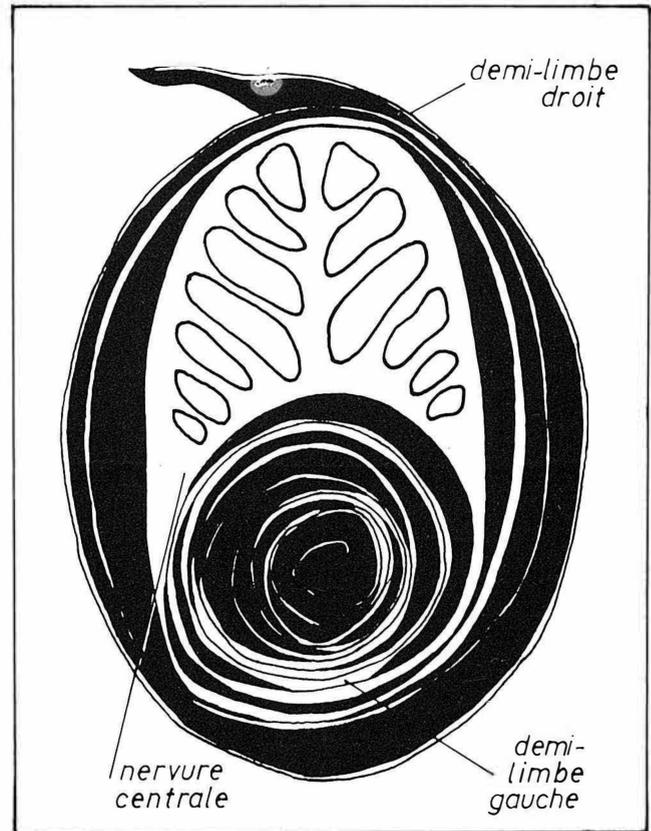


FIGURE 4 : Coupe transversale dans le cigare foliaire.

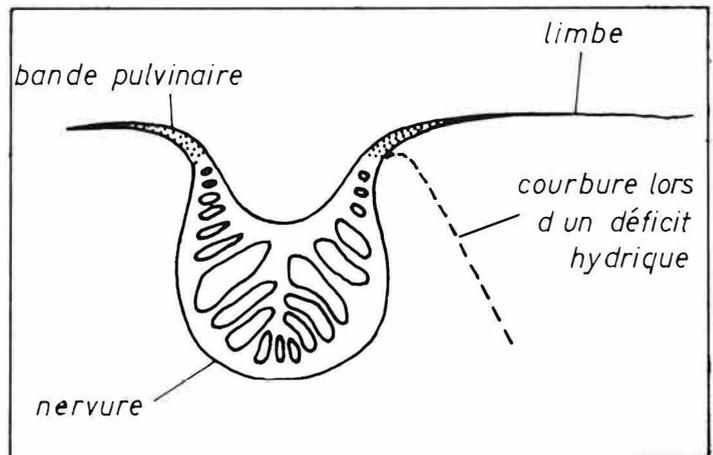


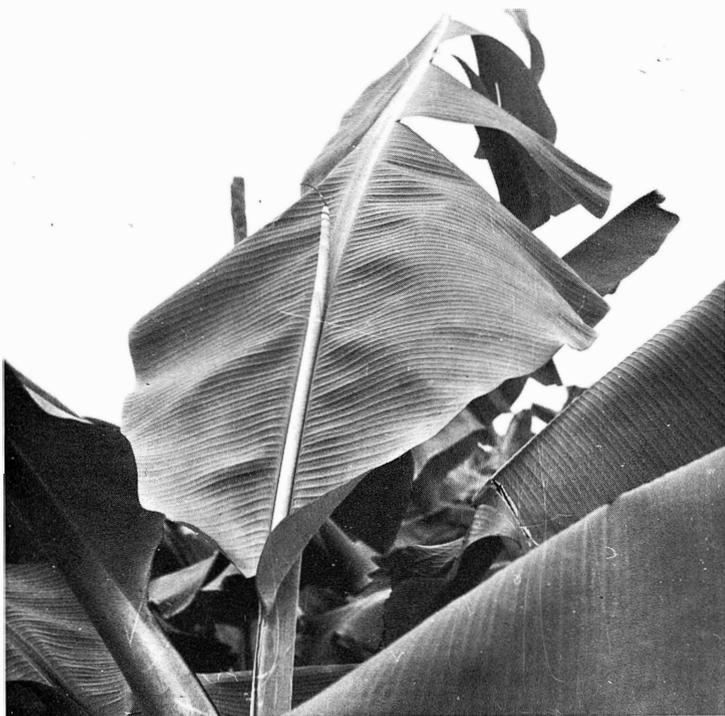
FIGURE 5 : Localisation de la bande pulvinaire de la feuille.



PLANCHE 3

Photo a (en haut) : Système foliaire d'une plante de trois mois. Feuilles de plus en plus longues.

Photo b (en bas) : Cigare foliaire au stade vitesse de sortie constante.



L'axe foliaire relie le rhizome au limbe. Il est constitué de la gaine foliaire, prolongée par le pétiole et la nervure principale. La gaine est un ensemble de canaux aérifères disposés en arc de cercle et traversés, à intervalles réguliers, par un fin diaphragme. Les gaines sont fortement imbriquées les unes dans les autres, les plus anciennes étant repoussées vers l'extérieur par la formation des plus jeunes au centre. Leur imbrication donne le faux tronc ou **pseudotronc**, qui assure à la fois un rôle de soutien, de stockage (réserves amylacées et hydriques) et de conduction.

#### 1.2.4 - L'inflorescence

L'inflorescence, issue du méristème terminal au niveau de la souche, monte au centre du faux tronc et sort au milieu du bouquet foliaire.

L'inflorescence des cultivars commerciaux ne se maintient pas érigée; la partie de l'axe se trouvant au-dessus des premières bractées se courbe vers le sol. Les bractées, rouge violacé, se soulèvent, s'enroulent et tombent rapidement après un ou deux jours. A l'aisselle de chaque bractée, excepté pour les deux premières qui sont en réalité intermédiaires entre feuille et bractée, se trouve un groupe de fleurs ou **main**. Celles-ci sont ainsi découvertes les unes après les autres, dans l'ordre de leur différenciation. Ces fleurs sont disposées en deux rangées, insérées sur un renflement de la hampe appelé **coussinet**. Pour FAHN (42), une main représente un rameau latéral devenu conrescent. Sur une inflorescence dans sa position verticale orientée vers le sol, on distingue deux types principaux de fleurs :

a) *Les fleurs femelles* à ovaire infère, triloculaire, avec deux rangées d'ovules anatropes à placentation axile. Le style est épais et court. Les cinq étamines sont réduites à des staminodes. Le périanthe, zygomorphe, se dessèche rapidement et l'ovaire augmente de volume sans fécondation (parthénocarpie végétative). Pour les cultivars AAA du groupe 'Cavendish', tous les ovules avortent précocement.

b) *Les fleurs mâles* à ovaire réduit, avec un style filiforme et long. Les étamines sont normales. Les fleurs tombent aussitôt après le soulèvement de la bractée protectrice.

L'apex des doigts de banane, orienté vers le sol lors du découverture de la main, se redresse pour atteindre sa position définitive après 2 à 3 semaines. Si l'on maintient verticalement l'inflorescence - bourgeon terminal vers le haut - on constate une courbure inversée des doigts. FREEBAIRN (44) a montré, par sectionnement des tissus vasculaires dans les doigts, que les substances responsables de la courbure se déplacent en spirale à travers la pulpe, par l'intermédiaire des éléments vasculaires. Ces substances, dont la nature n'est pas précisée, ne seraient pas produites par les ovaires.

Le doigt, formé de la **peau** et de la **pulpe**, est relié au coussinet par un **pédicelle**. La peau, de 3 à 5 mm d'épaisseur, est chlorophyllienne et possède des stomates

(JOHNSON et BRUN 58). La pulpe augmente de volume par accumulation de réserves amylacées. Les caractéristiques du pédicelle sont importantes à connaître, puisqu'il assure la sustentation du fruit et son alimentation. GUILLEMOT (53) a montré que le dégrain (pourriture pendant le transport et détachement des doigts en mûrisserie) provenait d'une moindre résistance physiologique et d'une fragilité mécanique des pédicelles. DAUDIN et GUYOT (34) ont précisé qu'il existait une corrélation entre la longueur du fruit et le développement du pédicelle.

Le régime est récolté 90 à 120 jours après la sortie de l'inflorescence, lorsque les fruits atteignent un diamètre déterminé, correspondant à un stade proche de la maturation (W00 152). Globalement, entre l'émergence et la récolte, le poids du fruit est multiplié par 10, la longueur s'accroît de 60% et la surface transversale médiane est multipliée par 6 (DEULLIN et MONNET 37).

#### 1.3 - Zones de croissance

Deux périodes principales sont à distinguer : la phase végétative et la phase reproductive. L'attention doit être portée particulièrement sur les modifications qui apparaissent au moment du changement de phase.

##### 1.3.1 - Régions de croissance en phase végétative

Les travaux les plus récents sont dus à BARKER et STEWARD (11). Contrairement à beaucoup d'espèces, la structure du faux tronc et de la tige n'est pas due au méristème apical lui-même, mais principalement à ses appendices.

L'**apex végétatif** a la forme d'un dôme. Lorsque l'ébauche d'un primordium foliaire a entouré complètement l'apex, une autre est formée, si bien qu'en coupe longitudinale, on observe un emboîtement de cônes constitués par les ébauches foliaires (fig. 6). BARKER et STEWARD (11) donnent le diagramme d'interprétation ci-contre (fig. 7).

La formation des organes foliaires est assurée par la région méristématique intercalaire, située à la base des 6<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> feuilles (et de toutes les feuilles plus âgées). La nervure croît radialement à partir d'une région distincte du méristème intercalaire de la base foliaire. La croissance du limbe est due à deux méristèmes (un de chaque côté de la nervure) (SKUTCH 122-123).

En définitive, les centres principaux d'activité méristématique en phase végétative sont situés dans des régions isolées les unes des autres et de l'apex.

##### 1.3.2 - Passage à la phase de reproduction

On assiste à une redistribution complète de la croissance en préfloraison, se traduisant par :

- un allongement des entre-nœuds,
- la suppression de la croissance périphérique des primordia foliaires,

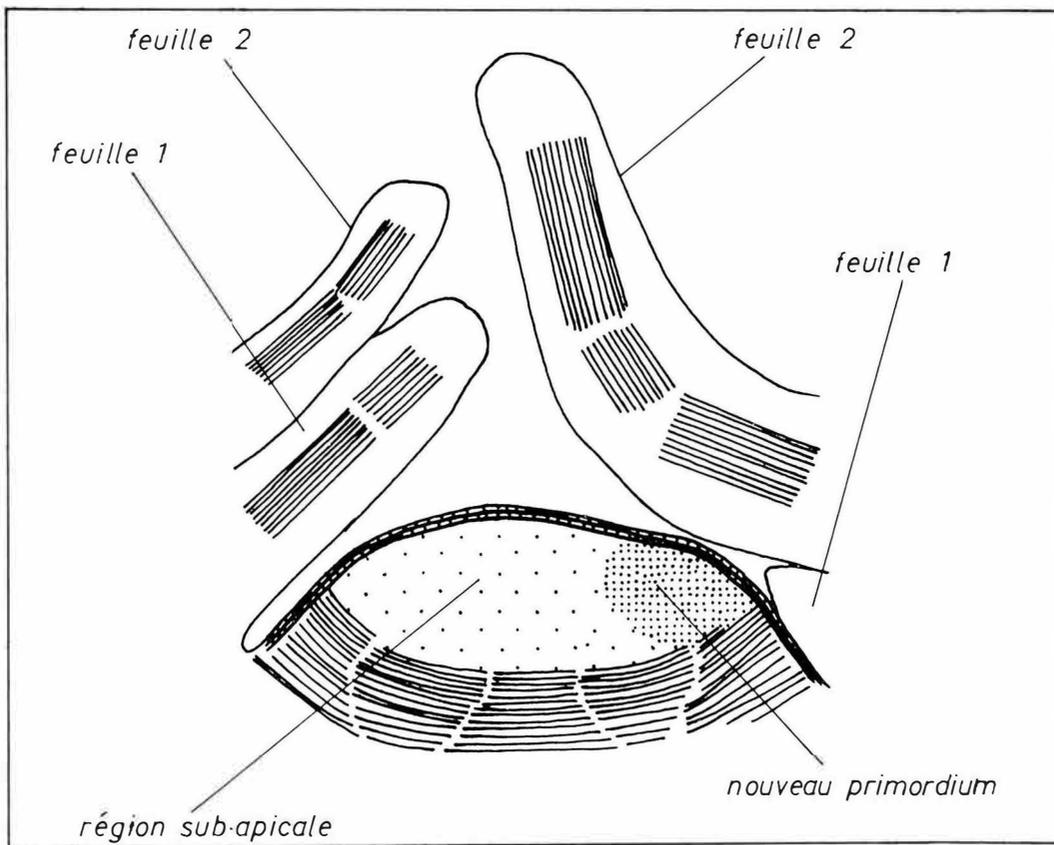


FIGURE 7 : Diagramme d'interprétation d'une section longitudinale de l'apex végétatif de *Musa acuminata*, var. 'Gros Michel' (d'après BARKER et STEWARD 1962)

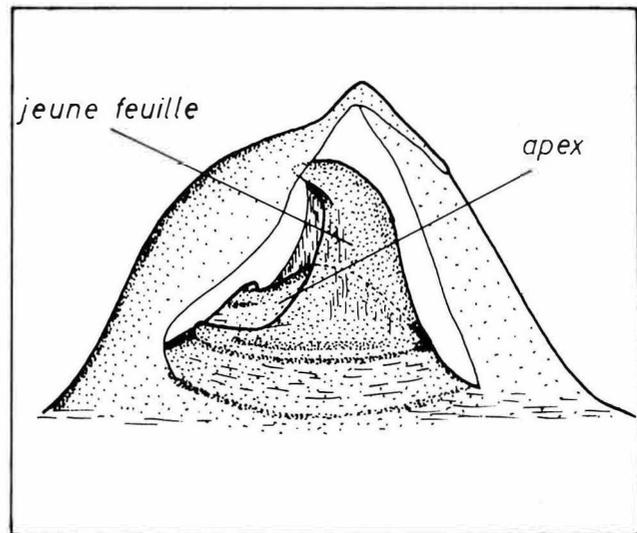
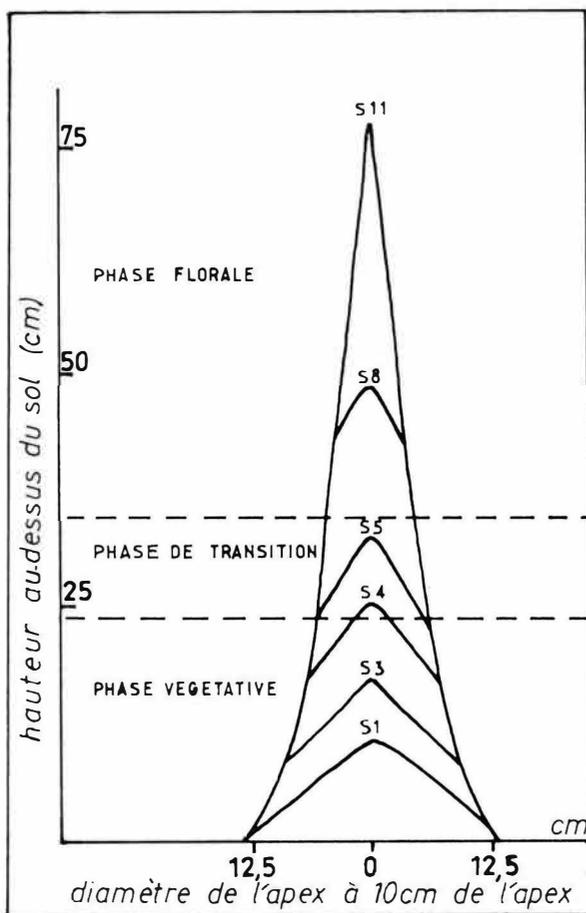


FIGURE 6 : Dernière feuille formée encadrant le dôme de l'apex (d'après BARKER et STEWARD 1962)

FIGURE 8 : Modification de la forme de l'apex au passage de la phase végétative à la phase florale (d'après BARKER et STEWARD 1962)

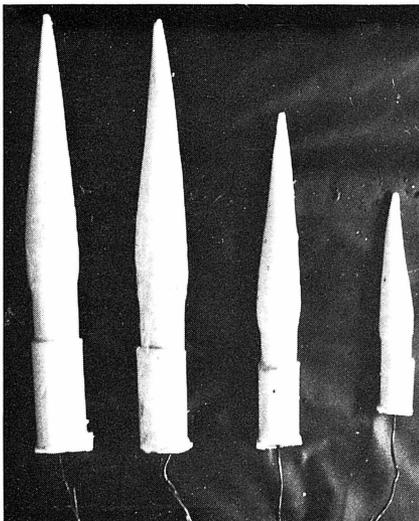
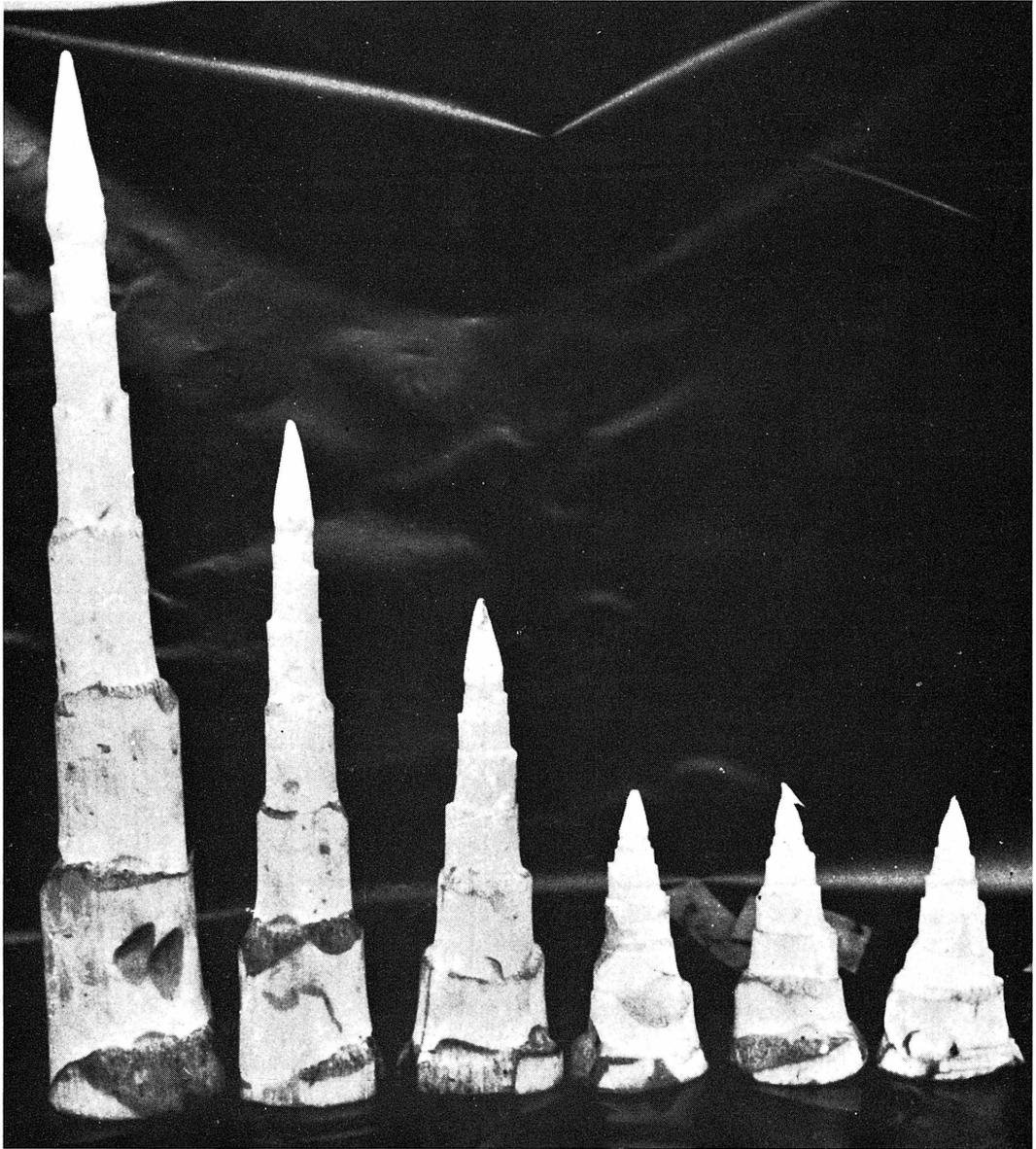


PLANCHE 4

Caractéristiques des inflorescences à l'intérieur du faux-tronc, après dissection de celui-ci.

Photo a (en haut) : avec la hampe portant l'inflorescence (divers âges).

Photo b (en bas) : inflorescences proprement dites (divers âges).

- la formation de primordia des bractées avec leur région de croissance axillaire (BARKER et STEWARD 12).

Pour FAHN et al. (43), le passage en phase florale se traduit par un accroissement des divisions cellulaires au sommet du méristème principal. BARKER et STEWARD (12) ont mis en évidence plusieurs stades caractérisés par la forme du méristème central (fig. 8). Au stade S<sub>4</sub>, l'apex est allongé et se détache des ébauches foliaires; il s'agit du début de la phase florale. Ceci est en accord avec les observations d'ALEXANDROWICZ (2). Au stade S<sub>5</sub>, ces auteurs notent une rapide succession de primordia bractéaux ne présentant pas de primordia floraux. Ce stade est donc exactement la transition entre phase végétative et phase reproductive. Dans les stades ultérieurs (S<sup>8</sup> à S<sup>11</sup>), des régions méristématiques axillaires sont visibles à la base des bractées (primordia des "mains" en deux rangées).

Le passage en phase florale ne se manifeste par aucun indice visible de l'extérieur. Pour cette raison, l'étude de l'induction florale du bananier présente d'importantes difficultés. Beaucoup d'hypothèses ont été avancées pour expliquer les causes du déclenchement de l'induction florale.

SUMMERVILLE (131) considère que le problème n'est pas simple et que plusieurs facteurs interviennent. Il estime que la floraison est une fonction de la surface foliaire totale produite, du nombre d'heures d'exposition de chaque feuille et de la température moyenne pendant la durée d'activité de chacune de ces feuilles.

ALEXANDROWICZ (2) n'a observé aucune liaison avec les caractéristiques du faux tronc. On peut cependant penser avec FULROD (45) que plus la surface foliaire est grande, plus la fructification sera abondante, mais qu'il n'y aurait peut-être aucun lien avec le déclenchement de l'initiation florale.

### I.3.3 - Régions de croissance en phase de reproduction

La bractée croît perpendiculairement à l'apex de l'inflorescence. Contrairement à la feuille, elle n'entoure pas complètement celui-ci. A sa base, le primordium de la main se divise en deux régions séparées, qui sont en fait des séries de points méristématiques (ébauches florales), les points d'une rangée alternant avec ceux de l'autre (WHITE 150).

Les diverses parties de la fleur se différencient dans l'ordre habituel : périanthe, étamines, carpelles (MOHAN RAM et al. 25). L'origine des fleurs mâles et femelles est la même. Remarquons que le nombre de mains femelles (6 à 14) est très faible par rapport à celui de mains mâles (200 à 500). D'autre part, la distinction entre les deux types se fait très précocement. ALEXANDROWICZ (2) précise qu'au début la production de fleurs est lente (inflorescence de

forme conique à large base) et que la vitesse s'accélère ensuite (cône plus effilé), au moment où les fleurs mâles commencent à se former.

### I.3.4 - La croissance des fruits

Elle est liée à l'accroissement de l'ovaire en longueur et en diamètre, par développement vers l'extérieur du tissu du péricarpe et extension de l'axe floral central (placenta). Deux semaines après l'émergence de l'inflorescence, les divisions cellulaires sont abondantes. On note en même temps un certain agrandissement des cellules et la dégénérescence des ovules. L'augmentation du nombre de cellules dans la région de croissance de la pulpe continue jusqu'à la quatrième semaine. L'activité n'est pas répartie uniformément sur tout le pourtour, ce qui entraîne une irrégularité dans le contour de la pulpe (fig. 9). Ensuite, la croissance est due essentiellement à la différenciation cellulaire avec accumulation de réserves amylacées. MOHAN RAM et STEWARD (96) ont réussi la culture d'explantats de pulpe de banane. Ils ont montré que la capacité de multiplication cellulaire ne décroît pas dans la pulpe, même en phase climactérique; en outre, ils obtiennent une bonne réponse aux substances de croissance.

BARKER a montré que les fleurs femelles réagissent aux substances de croissance entre le stade chute de la bractée et relèvement du fruit. Le 2-4 D provoque un excès d'allongement avec torsion et perturbation du développement ultérieur.

### I.4 - Développement du bananier

C'est SUMMERVILLE (131), en Australie, qui aborda le premier l'étude du développement en se basant sur l'évolution de la surface foliaire. DUMAS (39), sur le cultivar 'Nain' en Guinée, eut le mérite d'utiliser une représentation allométrique des caractères foliaires. Il distingue trois phases principales :

- *La phase végétative*, du début de la vie de la plante jusqu'à la vingtième feuille (la première feuille est celle dont le rapport foliaire - rapport longueur sur largeur - atteint pour la première fois la valeur 2,10). La fin de la phase végétative a été définie en partant du fait que l'on observe toujours une inflorescence différenciée qu'au delà de la vingtième feuille. La division en sous-phases secondaires et tertiaires semble bien empirique et suggestive.

Pour DUMAS (34), "tout se passe comme si la croissance du bananier était une succession d'étapes de trois feuilles, marquant dans la deuxième sous-phase une succession assez régulière de rythmes alternativement plus rapides et plus lents". Il émet l'hypothèse d'une **phase préflorale**, entre la quinzième et la vingtième feuille, caractérisée par l'intervention de stimuli préparant la formation des ébauches florales est peut-être responsable de la formation des feuilles supplémentaires observées dans certains cas.

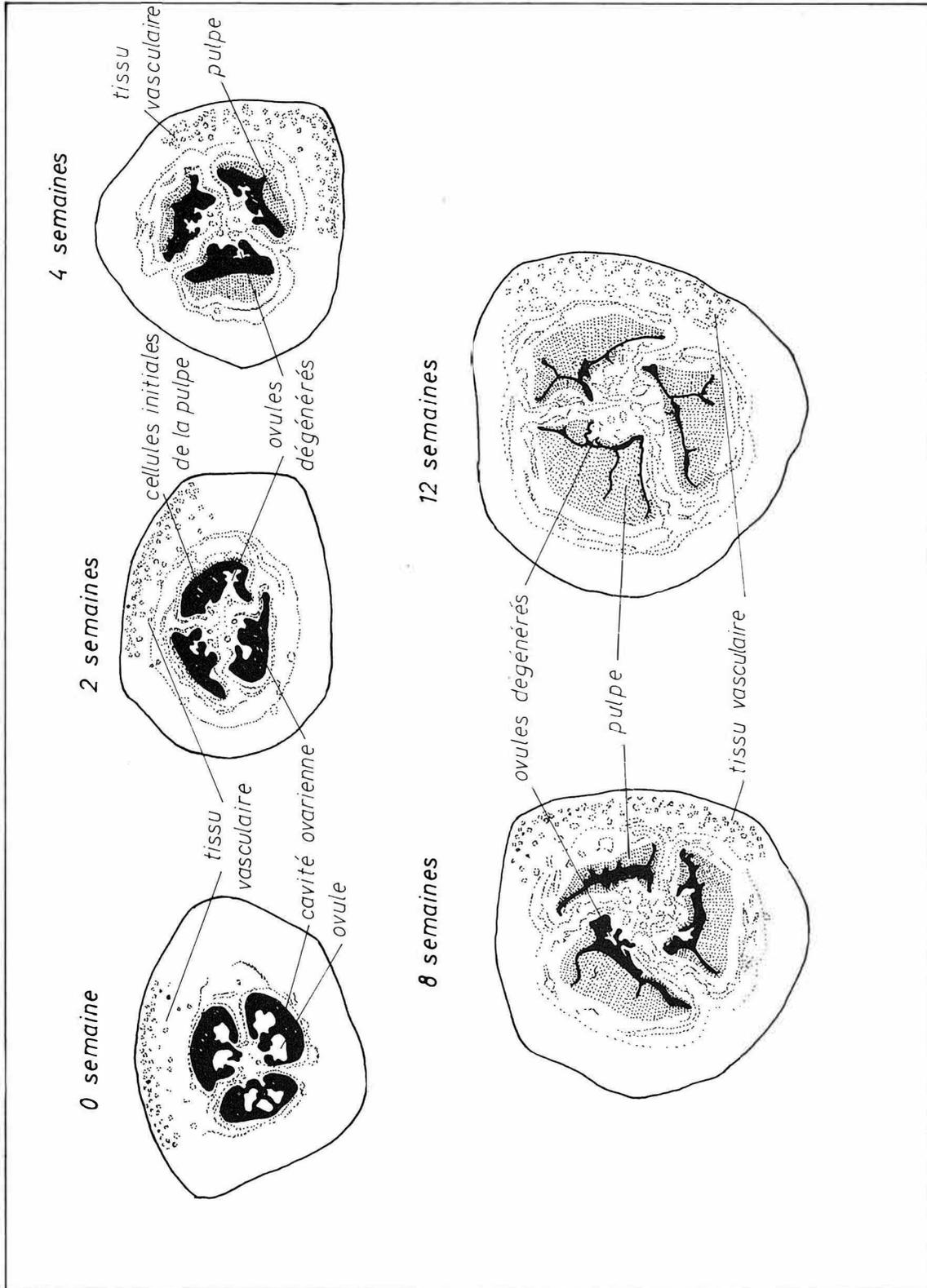


FIGURE 9 : Structure et développement de la banane parthénocarpique en fonction du nombre de semaines après sortie de l'inflorescence (MOHAN RAM et al. 1962).



PLANCHE 5

Inflorescence 8 jours après  
sa sortie au centre du bouquet  
foliaire.

Photo a (en haut) : vue globale.

Photo b (en bas) : retournement  
des doigts et chute des bractées.

- *La phase florale*, de la vingtième feuille à la plus grande feuille. "C'est au niveau de la vingtième feuille que le méristème apical, cessant de faire des ébauches foliaires, entame la formation d'ébauches florales" (DUMAS).

- *La phase du fruit*, de la plus grande feuille à la récolte du régime. Au stade de la plus grande feuille (il reste encore 3 à 5 feuilles plus petites à sortir), les ovaires femelles ont en moyenne 10 mm de long. Quatre semaines après, ils atteignent 40 mm et leur section, de pentagonale, est devenue triangulaire. L'inflorescence mesure 22,5 cm et elle a parcouru 20 cm dans le faux tronc.

Les observations de DUMAS concernent des bananiers de premier cycle, c'est-à-dire de rejets issus de rhizomes sans organes foliacés.

L'auteur conclut que "l'activité végétative diminue au fur et à mesure que la plante avance en âge, que les bananiers à petit nombre de feuilles sont les plantes les plus actives et à plus grande surface par feuille".

Les termes "phase florale" et "phase du fruit" utilisés par ce chercheur sont mal choisis, puisqu'ils ne correspondent à aucune réalité. La distinction a été faite en se basant sur l'apparition de l'inflorescence à l'extérieur du faux tronc.

GANRY (47), par l'étude du cigare foliaire sur bananier de premier cycle, aboutit à la définition de trois phases semblables à celles données par CHAMPION (21) :

- **une phase juvénile**, perturbée par la vie en parasite sur le pied parent, s'achevant au "sevrage" du rejet,
- **une phase adulte** (phase végétative autotrophe),
- **une phase florale**.

Ces quelques données sont encore trop imprécises et n'apportent pas d'éléments essentiels pour la compréhension du développement du bananier.

## II. - LOCALISATION ET DISPOSITIFS

### II.1 - Localisation

Le travail présenté ici a été réalisé sur deux stations de l'IRFA en Côte d'Ivoire, tout d'abord à Azaguié en sol ferrallitique, de 1968 à 1972, puis au Niéky sur sol organique (tourbe), de 1973 à 1976. Signalons cependant que des informations complémentaires sur les inflorescences ont été recherchées dans les quatre principales zones de production (Aboisso, Azaguié, Niéky, vallées lagunaires).

Du fait que les sols ne sont pas de même type, il en résulte des techniques culturales différentes.

#### II.1.1. - Caractéristiques des sols

A la station d'**Azaguié**, le sol appartient au groupe des **sols ferrallitiques jaunes** fortement désaturés, issus de schistes birrimiens. Il est sablo-argileux et cultivé depuis

une vingtaine d'années en bananiers. Sa granulométrie est donnée par le tableau 1.

TABLEAU 1 - *Granulométrie (Azaguié) en %*

	0-25 cm	25-50 cm
argile	15	29
limons	22	24
sables fins	33	24
sables grossiers	28	22
graviers	5	9

A pF 4,2 (point de flétrissement), la teneur en eau est de 5 %; à pF 2,0 (capacité au champ), l'humidité est voisine de 21 %. La porosité totale réelle est de 42 %. L'humidité du sol descend rarement au-dessous de pF 3, c'est-à-dire que l'on se trouve une grande partie de l'année dans les conditions où l'ETR se rapproche de l'ETP. Le drainage est fort en saison des pluies (55 % de l'eau apportée), faible en saison sèche (2 à 10 %). Ainsi, l'eau apportée par les petites pluies ou les irrigations est bien utilisée.

Des apports calco-magnésiens et potassiques réguliers permettent de maintenir les cations échangeables à un niveau correct pour les besoins du bananier dans les vingt premiers centimètres. Au-dessous de 25 cm, la somme des cations échangeables est comprise entre 1,0 et 1,5 méq/100 g de sol sec; le complexe absorbant est fortement désaturé.

Au **Niéky**, le sol a une densité apparente très faible (0,19 à 0,30) en comparaison d'Azaguié (1,50). Les teneurs en matières organiques sont élevées : le rapport C/N est supérieur à 20. Il s'agit de **sols organiques** ou tourbe, d'origine forestière. Les caractéristiques particulières de cette vallée du Niéky ont été données par LASSOUDIÈRE (70a). Les deux points d'expérimentation sont implantés sur une tourbe fine, plus ou moins fibreuse. Le pH est très bas (3,5 à 4,0), la capacité de fixation élevée (tabl. 2). La nappe phréatique est peu profonde (0,80 à 1,20 m).

Sol ferrallitique et sol organique sont donc deux milieux très différents, tant par leurs caractéristiques physiques que par leurs teneurs en matières organiques. On peut donc penser que le comportement du bananier ne sera pas le même, ce que nous avons cherché à mettre en évidence dans ce travail.

#### II.1.2 - Techniques culturales

Nous n'en donnerons que les éléments principaux, sans entrer dans les détails. Des indications plus complètes sont fournies dans diverses publications (LASSOUDIÈRE 69, 70a) et rapports de l'IRFA (57).

TABLEAU 2 - Analyses de trois sols (horizon 0-25 cm). Résultats exprimés en % du volume pour les sols organiques, en % du poids sec pour le sol ferrallitique.

	Sol organique vierge		Sol organique anciennement en culture	Sol ferrallitique
	à la mise en culture	ap.1 an de culture		
Carbone %	8,2	11,4	12,7	1,9
Azote total %	3,4	5,1	4,4	1,4
C/N	25	22	29	12
Calcium échangeable méq %	1,8	4,4	4,3	5,1
Magnésium " méq %	0,8	3,5	1,2	1,4
Potassium " méq %	0,2	0,3	0,5	0,7
Somme des cations méq %	2,8	8,2	5,9	7,2
Capacité de fixation méq %	24,1	29,8	39,2	10,6
Coefficient de saturation %	11	28	15	68
pH (pâte saturée)	3,8	3,9	3,9	5,4
Phosphore assimilable % (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> citrique)	0,14	0,51	0,38	0,90
Densité apparente	0,19	0,27	0,30	1,50

Dans la plupart des cas, la variété 'Poyo' a été utilisée en plantations de 2 000 plants/hectare, en partant soit de rejets baïonnettes, soit de souches moyennes. Dans les trois secteurs, l'œilletonnage et les soins aux inflorescences furent les mêmes. La lutte contre la cercosporiose fut réalisée par traitement aérien et la destruction des mauvaises herbes par un herbicide de contact : le paraquat (gramoxone).

Le contrôle des nématodes a évolué en fonction des produits proposés sur le marché. Les injections de DBCP furent remplacées, en 1973, par le Némacur à Azaguié et, en 1975, par le Mocap au Niéky.

**En sol ferrallitique**, on pratique un labour sur 20 à 30 cm avant la mise en terre. Les trous de plantation font 60 × 60 × 60 cm. Le drainage est effectué selon les courbes de niveau, à des distances variant de 20 à 30 m. La fertilisation azotée (200 à 300 g de N/an/plant) et potassique (600 à 800 g de K<sub>2</sub>O/an/plant) est fractionnée en apports mensuels. Des amendements sont apportés selon les besoins : en moyenne 0,5 kg de dolomie et 0,3 kg de scories par an et par plant. Un paillage de branchages est réalisé après mise en terre. Dans les essais n'ayant pas pour objet l'étude du facteur eau, on irrigue en saison sèche.

**En sol organique**, les parcelles expérimentales sont incluses dans des polders (évacuation des eaux excédentaires maintenant un plan d'eau vers 80-100 cm de profondeur). Le réseau de drainage comporte des drains parcelaires espacés de 10 m et de 80 à 100 cm de profondeur. Aucun travail du sol n'est fait à la plantation puisque d'une part la pénétration des racines est facile et que, d'autre part, on risque à la longue de stériliser complètement la

tourbe par formation, en surface, d'une couche de tourbe desséchée hydrophobe de quelques centimètres. Les trous de plantation (40 × 40 × 20 cm) ont seulement pour but de placer le bananier dans le sol. La fertilisation est régulière et correspond à 130 g d'azote et 720 g de K<sub>2</sub>O par an et par plant. On apporte environ 1 000 g de dolomie et 300 g de scories par an et par plant. Aucune irrigation n'est nécessaire.

Les techniques culturales diffèrent donc surtout par :

- la préparation du sol,
- la fertilisation,
- l'irrigation et le drainage.

### II.1.3 - Caractéristiques climatiques

La bananeraie ivoirienne se trouve balayée par le front intertropical (FIT) qui sépare les masses d'air humide d'origine atlantique (mousson) de l'air sec d'origine désertique (harmattan). Pendant la plus grande partie de l'année, c'est la mousson qui repousse le FIT vers la frontière septentrionale de la Côte d'Ivoire et fait régner un air chaud et très humide, avec une amplitude thermique faible. Le FIT n'atteint le littoral que quelques jours par an, vers la fin janvier et le début février le plus souvent.

Le climat est donc de type guinéen forestier, caractérisé par deux saisons des pluies : la plus longue et la plus intense est centrée sur juin, la plus faible et la plus courte a son maximum en octobre. Elles sont séparées par la petite saison sèche qui correspond à une période fraîche et nébuleuse.

A Azaguié, les principales caractéristiques climatiques sont

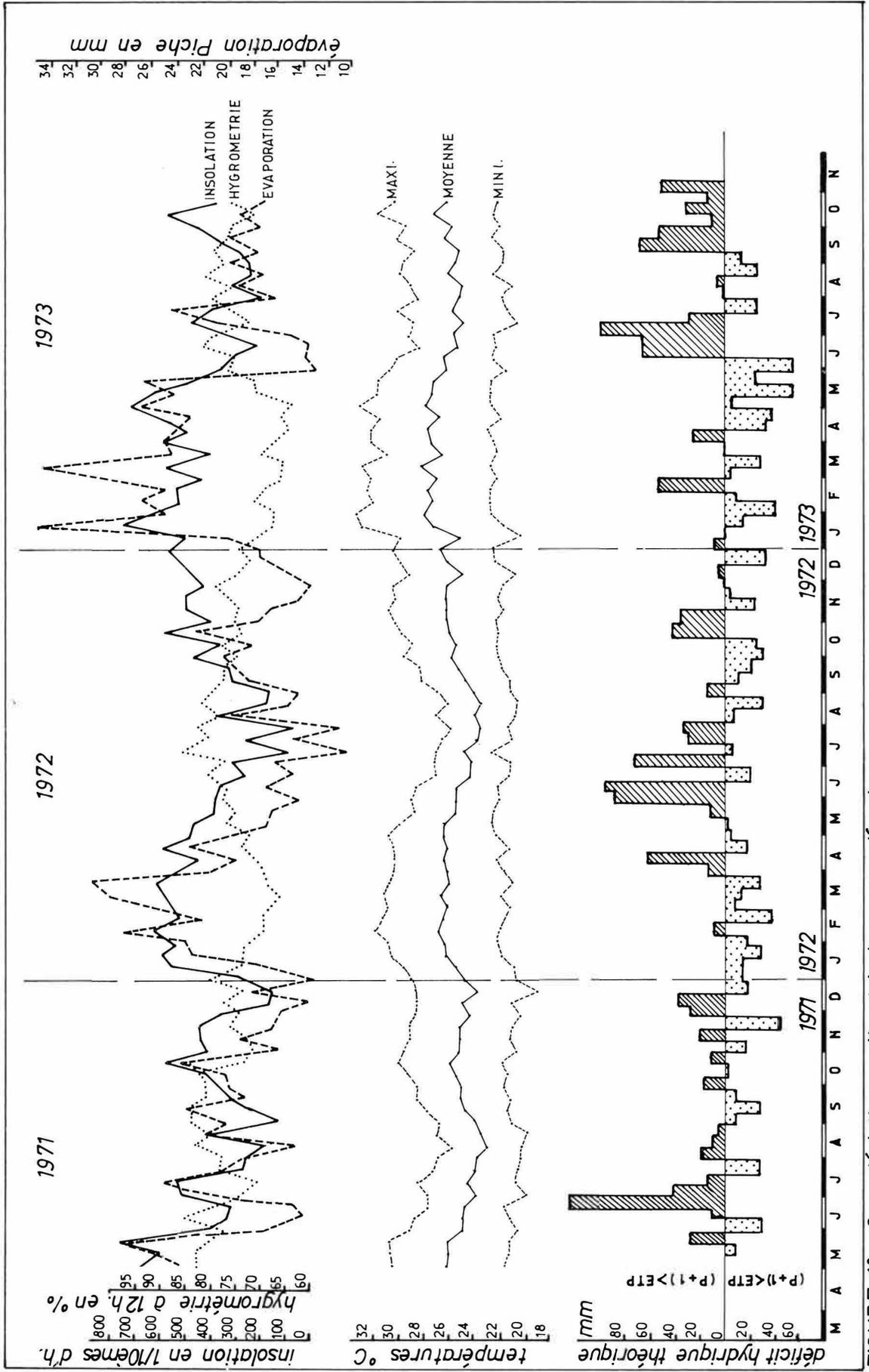


FIGURE 10 - Caractéristiques climatiques par décade

données par décades pour l'essai variations saisonnières de mai 1971 à octobre 1973 (fig. 10).

Le déficit hydrique théorique est obtenu par la différence entre l'ETP calculée par la formule de Turc\* et la pluviométrie.

La température moyenne varie de 23,2 à 28,2 °C. L'amplitude thermique, tant journalière qu'annuelle, est assez

\* Estimation de l'ETP décadaire par la formule de Turc :

$$ETP = (0,13 \frac{t}{t + 15}) \left[ (0,62 \frac{h}{11} + 0,18) I_gA + 50 \right]$$

avec : ETP en mm/décade

t = température moyenne en °C

h = insolation décadaire réelle en heures

h = durée théorique du jour en heures

I<sub>g</sub>A = énergie du rayonnement solaire en l'absence d'atmosphère (cal/cm<sup>2</sup>/j)

faible. Elle est minimale en juin-juillet-août et maximale en janvier-février.

L'insolation (en dixièmes d'heures) subit des variations décadaires importantes. Elle décroît cependant à partir de mai, pour atteindre son minimum en fin juillet-août-début septembre.

L'hygrométrie à 12 h oscille entre 60 et 85 %. Ses variations en cours d'année sont sensiblement inverses de celles de l'insolation. Pendant la durée de l'étude, il n'y eut que très peu de vent sec.

L'évaporation décadaire, mesurée au Piche sous abri AMPS, évolue entre 10,8 mm (juillet 1972) et 35,2 mm (janvier 1973).

Les excès d'eau sont localisés en juin et octobre-novembre (saison des pluies).

Au Niéky, comme à Azaguié, la pluviométrie est très fluctuante d'une année à l'autre. Ces variations sont enregistrées principalement aux inter-saisons, périodes orageuses et favorables aux coups de vent (tabl. 3).

TABLEAU 3 - Pluviométrie décadaire en mm au Niéky de janvier 73 à décembre 75

	1973	1974	1975		1973	1974	1975	
Janv 1	1,9	46,2	0,0	Jul 1	107,9	52,3	270,6	
Janv 2	0,0	0,0	0,0	Jul 2	110,0	31,8	140,9	
Janv 3	0,0	0,0	0,0	Jul 3	18,9	0,0	0,0	
<hr/>								
Févr 1	16,8	18,3	29,7	Août 1	61,8	11,8	55,1	
Févr 2	34,6	3,2	25,6	Août 2	22,3	6,4	0,0	
Févr 3	4,1	18,9	22,8	Août 3	0,0	69,5	0,0	
<hr/>								
Mars 1	10,0	0,0	41,4	Sept 1	10,3	118,6	0,0	
Mars 2	7,2	62,3	97,9	Sept 2	79,8	10,2	35,1	
Mars 3	22,5	41,9	51,0	Sept 3	20,4	13,5	78,5	
<hr/>								
Avri 1	50,8	14,6	77,5	Octo 1	48,9	9,4	54,5	
Avri 2	1,5	5,8	19,3	Octo 2	31,4	43,5	45,9	
Avri 3	40,6	27,2	54,1	Octo 3	134,5	94,4	37,8	
<hr/>								
Mai 1	16,3	61,2	59,0	Nove 1	78,1	76,0	27,3	
Mai 2	57,5	0,0	22,3	Nove 2	15,8	10,4	25,0	
Mai 3	17,2	70,6	26,9	Nove 3	15,0	6,8	53,6	
<hr/>								
Juin 1	126,0	115,4	21,0	Déce 1	38,2	5,3	37,1	
Juin 2	162,5	131,2	157,2	Déce 2	32,6	0,0	0,0	
Juin 3	80,3	186,9	116,5	Déce 3	13,4	0,0	0,0	
<hr/>					TOTAL	1468,0	1363,6	1683,6

TABLEAU 4 - Caractéristiques climatiques décennales moyennes (Niéky)

Décade et mois	Températures en °C				Hygro- métrie 12h(%)	Inso- lation $\frac{1}{10}$ h/j	Evapor. Piche mm/j	Pluvio- métrie mm/j	
	maxi	mini	moy.	amplitude					
Janv	1	31,4	22,0	26,7	9,4	68	53	1,74	1,6
	2	31,6	22,4	27,0	9,2	68	49	2,15	0,0
	3	33,1	23,2	28,2	9,9	59	69	2,81	0,0
Févr	1	32,7	22,1	27,4	10,5	57	50	2,11	2,2
	2	32,2	22,0	27,1	10,2	65	49	2,33	1,5
	3	32,7	22,1	27,4	10,6	63	48	2,28	1,7
Mars	1	32,1	22,0	27,0	10,0	62	52	2,26	1,7
	2	31,7	22,1	26,9	9,9	64	50	2,55	5,6
	3	31,7	22,0	26,9	9,7	64	52	2,45	2,9
Avri	1	32,1	22,1	27,1	10,0	58	67	2,56	4,8
	2	32,7	22,0	27,4	10,6	61	51	2,62	0,9
	3	33,0	21,8	27,4	11,2	61	62	2,42	4,1
Mai	1	32,4	21,9	27,2	10,4	68	42	1,82	4,5
	2	32,0	21,8	26,9	10,3	65	57	2,02	2,7
	3	31,9	21,6	26,8	10,3	65	54	2,24	3,5
Juin	1	30,8	21,9	26,4	8,9	73	36	1,35	8,7
	2	29,8	22,1	26,0	7,6	75	26	1,42	15,0
	3	29,7	22,0	25,9	7,8	77	26	1,34	12,8
Juil	1	29,0	22,7	25,9	6,3	79	25	1,41	14,1
	2	28,8	22,5	25,7	6,3	71	38	1,96	6,1
	3	29,5	22,5	26,0	7,0	71	43	2,19	0,0
Août	1	28,5	22,6	25,6	6,0	77	27	1,46	4,3
	2	28,4	21,8	25,1	6,5	72	34	2,03	0,9
	3	28,4	23,0	25,7	5,4	76	24	1,94	2,1
Sept	1	29,1	22,3	25,7	6,7	74	31	1,90	4,3
	2	28,9	22,4	25,7	6,5	71	31	1,78	4,2
	3	29,6	22,8	26,2	6,9	73	27	1,89	3,8
Octo	1	30,0	22,0	26,0	7,7	73	36	1,75	3,8
	2	31,1	22,3	26,7	8,9	66	50	2,05	4,0
	3	30,6	22,1	26,4	8,5	73	45	1,74	8,1
Nove	1	31,3	22,5	26,9	8,8	67	48	1,80	6,0
	2	31,9	22,5	27,2	9,4	64	55	2,13	1,7
	3	32,1	22,6	27,4	9,5	65	55	1,86	2,5
Déce	1	31,8	22,9	27,4	8,9	64	50	1,81	2,7
	2	31,8	22,8	27,3	9,3	66	51	1,58	1,1
	3	31,4	22,6	27,0	8,8	62	52	1,78	0,4

Cependant, les quatre saisons sont toujours identifiables :

1 - **La grande saison sèche**, de mi-novembre à début mars, avec une absence de pluies quasi-absolue du 10 décembre à fin janvier (30 à 50 jours).

2 - **La grande saison pluvieuse**, de début juin jusqu'au 10-20 juillet. La période de mars à fin mai est bien alimentée en eau, mais sans excès.

3 - **L'intersaison**, de mi-juillet à début octobre, avec une faible pluviosité, variable d'une année à l'autre.

4 - **La petite saison pluvieuse**, en octobre et jusqu'au 10 novembre, où les quantités d'eau tombées sont bien plus faibles qu'en juin-début juillet.

La température maximale décadaire présente le même type de variations d'une année à l'autre. Elle est minimale en juillet, août et début septembre. De début mars à fin août, elle décroît de 4° 6 (33° 0 à 28° 4).

La température minimale décadaire oscille peu (21° 6 à 23° 0); en période d'harmattan, elle peut descendre jusqu'à 16-17°, mais c'est exceptionnel. L'amplitude thermique décadaire est comprise entre 11 et 5° 4. Elle est minimale de juin à septembre.

L'hygrométrie à 7 heures du matin est toujours supérieure à 95 %; à midi, elle descend rarement au-dessous de 55 %.

L'évaporation Piche fluctue de 1,3 à 2,8 mm/jour selon les saisons. Elle est évidemment minimale de juin à septembre, par suite de la faible insolation (tabl. 4).

## II.2 - Dispositifs

Les résultats présentés ont été obtenus dans plusieurs expérimentations, dont l'objectif principal n'était pas toujours le sujet de ce travail. Il en résulte une certaine dispersion dans les dispositifs, tout particulièrement pour la partie concernant les sols ferrallitiques.

Deux aspects ont orienté la définition des protocoles, en premier le comportement de la plante au cours de sa vie et, en second l'influence des conditions climatiques.

Pour dissocier, dans chaque phénomène, la part du potentiel génétique et celle de l'action climatique, il est nécessaire de posséder, à un moment donné, des bananiers à des stades différents de développement. Pour cela, des plantations sont échelonnées au cours de l'année. Trois expérimentations ont ainsi été mises en place :

### A Azaguié :

série A	plantée le 7 mai	1971
B	plantée le 6 août	1971
C	plantée le 8 novembre	1971
D	plantée le 17 février	1972

(rejets baïonnettes de 4 à 4,5 kg)

### Au Niéky :

sur sol organique vierge :

série 1	plantée le 25 mai	1973
2	plantée le 25 juillet	1973
3	plantée le 25 septembre	1973
4	plantée le 25 novembre	1973
5	plantée le 25 janvier	1974
6	plantée le 25 mars	1974

(souches de 30-40 cm de circonférence au collet avec un œilleton à leur base)

### Au Niéky :

sur sol organique de mise en culture ancienne:

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

(même type de matériel végétal qu'en sol vierge).

