

# LA CROISSANCE DES RACINES DU BANANIER

par A. LASSOUDIÈRE

## LA CROISSANCE DES RACINES DU BANANIER

A. LASSOUDIÈRE (IFAC)

*Fruits*, jul.-aug. 1971, vol. 26, n° 7-8, p. 501-512.

RESUME - Pour cette étude, l'auteur a utilisé un système de vitres permettant un repérage des positions des racines, sans qu'elles soient perturbées. L'objectif était de connaître dans une certaine mesure l'influence du bilan hydrique sur leur croissance.

Dans les conditions écologiques de la Station d'Azaguié IFAC, Côte d'Ivoire, un excès d'eau supérieur à 25 mm, ou un déficit de plus de 19 mm troublent généralement cette croissance, mais l'intensité de la pluie ou de l'irrigation peut provoquer des asphyxies, si la percolation est trop lente.

Aperçu des relations morphogéniques entre les racines primaires et les racines latérales selon le développement des premières.

La croissance de l'ensemble des racines ou de chacune d'elles est liée à de nombreux facteurs tant écologiques que chimiques ou parasitaires.

Les parasites, essentiellement les nématodes, causent une nécrose rapide des racines et surtout des radicelles. L'utilisation de nouveaux produits actuellement en cours d'expérimentation (*Fruits*, vol. 25, n° 5 et 11) devrait améliorer très nettement le potentiel racinaire du bananier.

L'influence des facteurs chimiques est encore fort mal connue. On suppose par exemple que dans les sols tourbeux du Niéky, en Côte d'Ivoire, certains produits de dégradation (acides humiques ?) peuvent agir sur le développement du bananier. Par ailleurs, des tests ont montré que certaines carences minérales, ou des produits de défense des cultures à fortes doses ralentissaient la croissance des racines ou leur causaient des anomalies.

Les facteurs écologiques regroupent les influences du sol et du climat. Par exemple, J. GODEFROY estime que la compaction du sol est certainement une cause importante du faible développement des racines. Le phénomène, en dehors de causes pédologiques telles que l'oxydation rapide de la matière organique et la diminution de la "stabilité" hydrique, est principalement due, en bananeraie, aux passages répétés des ouvriers et au caractère battant des pluies. J. LECOQ a pu montrer, en cas de végétation, que des compactations provoquées par d'abondants arrosages réduisaient la masse de racines produites, en comparaison avec des bananiers témoins. L'amélioration par des travaux profonds ne donne pas toujours des résultats nets, ou tout au moins les avantages sont fugaces (J. CHAMPION, 1970, 12), le tassement étant très rapide pour certains types de sols. Souvent, la compaction contribue à affaiblir l'aération. Pour que celle-ci soit bonne, la rapidité du drainage prend une importance considérable. En ce qui concerne les proportions d'air et d'eau dans les pores du sol, les opinions des spécialistes sont souvent très variées. On sait seulement, en ce qui concerne le terrain de la Station d'Azaguié (IFAC, Côte d'Ivoire) que la

marge entre l'état asphyxique et l'état de déficit hydrique est très faible (J. GODEFROY), et que les racines ont assez peu de chances de persister longtemps.

A Madagascar, sur les terrasses alluviales de la région bananière de Tamatave, aux Antilles, sur des terres volcaniques contenant des allophanes, la condition est presque constamment asphyxiant au cours de l'année.

Le bilan hydrique a donc une importance considérable pour la croissance et l'efficacité des racines, et par conséquent pour la bonne végétation du bananier. Dans une note publiée dans un précédent numéro, on signale une liaison assez nette, bien que demandant vérification, entre la diminution de l'allongement de la gaine foliaire et le déficit hydrique ou au contraire l'excès d'eau.

Il est utile de rappeler ici quelques faits connus, grâce à des travaux étrangers ou français. Le bananier émet à partir du cylindre central du bulbe des racines cordiformes dites primaires, d'un diamètre de 5 à 10 mm et pouvant atteindre 5 à 10 mètres de longueur, quoique moins que cela en moyenne. Elles portent des racines latérales ou secondaires, fines et courtes, lesquelles produisent des radicelles encore plus fines.

RIOPEL et STEEVES (1964) ont étudié l'anatomie et le développement des racines de *Musa acuminata* cv 'Gros Michel', et montré que le système radical du bananier est similaire, sous beaucoup d'aspects, à celui d'autres Monocotylédones. Ils ont observé une croissance de 2,6 cm par jour pour les primaires, les secondaires, qui ont généralement moins de 15 cm de longueur, présentant une croissance de 1 à 2 cm/jour. RIOPEL estime que 65 p. cent des cellules du péricycle des primaires sont des sites potentiels pour le développement de racines latérales, mais très peu en donnent. La distribution des secondaires au long de l'axe de la racine primaire, et autour, semble être contrôlée, mais pas d'une manière rigide, par des équilibres hormonaux.

Les études faites antérieurement à l'IFAC ont eu d'abord pour objectif de mieux connaître le développement du système radical dans les conditions des bananeraies. J. CHAMPION et P. OLIVIER ont montré que le nombre de racines primaires émises par des rejets encore dépourvus de feuilles à limbes larges (et donc fonctionnels) était proportionnel, directement aux dimensions de la jeune souche. Ce nombre pouvait être de 200. Les émissions des racines sont donc indépendantes de celles des feuilles fonctionnelles, pour des rejets attendant à la "plante-mère", et dépendant donc d'elle. J. ROBIN signale qu'à Azaguié, un bananier adulte ('Poyo') peut émettre 300 à 500 racines au cours de son existence, mais "que le climat peut intervenir d'une façon sensible". Les émissions sont abondantes surtout aux premiers mois suivant la plantation.

B. MOREAU et J. LE BOURDELLES concluent, après une étude détaillée des racines du cultivar 'Gros Michel', que le comportement est très analogue à celui observé sur des variétés du groupe 'Cavendish'. Les rejets jeunes à limbes étroits ont émis en moyenne une centaine de racines. Jusqu'à la floraison, 600 à 800 racines sont apparues et près de la moitié sont encore vivantes (région de Pichilingue, Equateur). Les émissions sont très abondantes du 4<sup>ème</sup> au 6<sup>ème</sup> mois. A la récolte du premier cycle, le rejet "fils" possède déjà 225 racines, autant que la "plante-mère" 5 mois après la plantation. A l'émission de l'inflorescence du second cycle, près de 800 racines sont formées. Les racines qui se trouvent dans la zone superficielle du sol, entre 0 et 30 cm, représentent environ 60 p. cent du nombre total. Plus profondément, entre 30 et 60 cm, on en trouve 20 p. cent. Les valeurs élevées observées dans les couches inférieures du sol peuvent être expliquées par la bonne aération d'horizons meubles. Des spécialistes, J. CHAMPION en particulier, estiment que ce fait est l'explication d'une végétation remarquable observée souvent dans la zone américaine, végétation que l'on n'obtient pas dans d'autres pays.

M. BEUGNON et J. CHAMPION ont réalisé une étude similaire sur des bananiers plantés à quatre dates différentes, à la Station d'Azaguié (Côte d'Ivoire). Ils constatent que dès après la plantation, sortent quelques racines primaires pré-formées dans le cortex de la souche. Les émissions d'autres racines ne reprennent que lorsque 6 à 10 feuilles ont été émises. Cette constatation est importante, car elle montre que l'initiation de nouvelles racines est stoppée lors de la replantation, bien que les "pré-formées" aient permis, par absorption, la reprise. Ce pourrait être l'absence de substances organiques synthétisées par les feuilles qui empêche l'activité méristématique. Des dissections très précises des bulbes, répétées chaque semaine, pourraient permettre de savoir s'il existe une relation entre le fonctionnement de la première feuille sortie et la formation

d'ébauches de racines. Ces auteurs indiquent que l'allongement des racines est irrégulier. Il est de l'ordre de 2 à 3 cm par jour, calculé sur l'ensemble des racines émises par une plante en un temps donné. Mais pour les racines les plus longues, l'accroissement moyen journalier a pu atteindre 4,2 cm. En fin de végétation, le nombre de racines ayant plus de un mètre de longueur est de 10 à 15 p. cent de l'ensemble, de sorte que la zone principale de prospection du sol est localisée dans un rayon de 1 mètre autour du bananier. Ils notent l'influence primordiale des conditions météorologiques, pour les plantations de saison pluvieuse particulièrement. Ceci corrobore de nouvelles observations montrant qu'une plantation de juin arrivera en production en même temps qu'une plantation de fin juillet-août, et avec des régimes plus petits, toujours dans la région d'Azaguié.

Dans les publications antérieures, à notre connaissance, il n'a pas été traité de la croissance journalière de chaque racine et de l'émission des racines secondaires. Sur le plan biologique, plusieurs points sont intéressants, que nous avons cherché à préciser dans l'expérimentation décrite ci-après. Ce sont : l'influence des conditions hydriques, l'allongement journalier (valeur et variation selon la longueur et l'âge de la racine), distance entre apex de la primaire et première radicelle visible.

## MATÉRIEL ET TECHNIQUE DE TRAVAIL

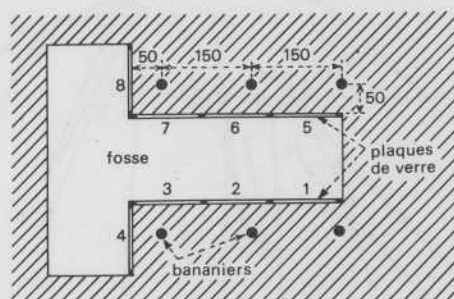
L'étude continue des racines imposait l'utilisation de parois transparentes de façon à pouvoir observer le comportement de chaque racine. Plusieurs auteurs ont déjà utilisé cette méthode. ROGERS et HEAD, à East Malling, travaillent à l'aide d'une fosse vitrée pour l'étude des racines d'arbres fruitiers. Grâce à l'obligeance de M. BONZON, spécialiste de ces problèmes à l'ORSTOM nous avons utilisé un dispositif très simple constitué par des plaques de verre montées dans des cadres de bois. Chacune des huit plaques mesure 105 par 60 cm, et est placée verticalement sur les parois d'une fosse, représentée en plan schématique, ci-dessous.

Les vitres sont isolées de la lumière par un panneau mobile en contre-plaqué. En saison sèche, il est nécessaire d'assurer une protection complémentaire contre l'échauffement en couvrant les panneaux avec des sacs humidifiés. Pour éviter l'entraînement du sol par l'eau, la fosse est recouverte avec des tôles amovibles. Le fond est légèrement en pente pour permettre l'évacuation de l'eau de drainage. Lors de la mise en place, le sol a été reconstitué du mieux possible dans la zone de contact avec les vitres.

La plantation a été faite avec des rejets de la variété 'Sérédou' qui est très proche du type 'Poyo' (groupe Cavendish). La conduite des bananiers est identique à celle des autres plantes de la Station. Les observations sont faites tous les deux jours et comportent les mensurations suivantes :

- coordonnées de l'apex de la racine, dès qu'elle apparaît dans le champ d'observation, par rapport aux bords supérieur et droit de la vitre. Les racines primaires sont numérotées, les secondaires sont repérées par des lettres dans l'ordre alphabétique. La croissance est donc calculable par les coordonnées successives prises pour le maximum de racines, même très fines.

- sur le bananier, on observe la date de sortie de chaque feuille, ainsi que leurs longueur et largeur ; de même, on mesure régulièrement la hauteur et la circonférence du pseudo-tronc.



## CARACTÉRISTIQUES DU SOL

Le dispositif expérimental a été placé dans un bas-fond, pas très loin d'un ruisseau. Le sol à tendance hydromorphe comprend un horizon intermédiaire blanc (30 à 50 cm) formé de sable grossier et d'argile. Au-dessous, l'horizon est également blanc, mais avec des traces de gleyfication. Les caractéristiques granulométriques sont les suivantes (en p. cent, poids).

	Argile	Limon	Sable fin	Sable grossier
0 à 25 cm	5,9	7,1	40,4	41,0
25 à 50 cm	3,4	4,6	2,5	89,2
+ de 50 cm	17,6	3,4	18,1	27,0

A pF 4,2 (point de flétrissement) la teneur en eau est de 5 p. cent ; à pF 2,2 (capacité au champ), l'humidité est voisine de 21 p. cent du poids du sol. La densité apparente est de l'ordre de 1,5. La porosité totale réelle de 42 p. cent.

## RÉSULTATS

On a tenté d'étudier la croissance des racines au cours du développement du bananier, par rapport aux conditions climatologiques, et particulièrement pour le facteur hydrique : déficit ou excès dans le sol.

### Profils racinaires, nombre de racines

Ce que nous appelons profil est la représentation graphique (exemple des figures 1 et 2) de

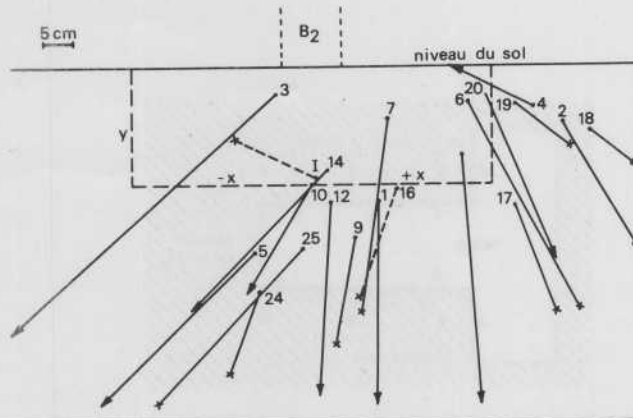


FIGURE 1 • Direction schématique des racines primaires dans la fenêtre 3, du 6-10-68 au 28-2-69.

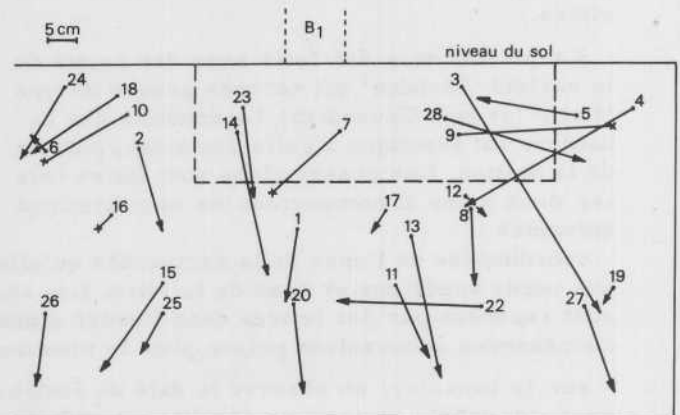


FIGURE 2 • Direction schématique des racines primaires dans la fenêtre 7, du 19-4 au 20-10-69.



l'ensemble des racines primaires apparues au contact de la vitre au cours de chaque expérimentation. Ce n'est donc pas un profil à un moment donné. Les racines arrivent au contact de la vitre sous un angle variable. Il est probable que celles qui arrivent perpendiculairement sont perturbées, car elles doivent subir un changement de direction trop important. Les racines qui ont eu le plus grand parcours depuis leur point de sortie de la souche devraient aborder la vitre assez bas et avec l'angle le plus correct. Nous avons constaté que les racines qui arrivent dans le rectangle dessiné sur la figure 1 (X = 30 cm, Y = 20 cm) subissent des contraintes importantes : ce sont celles qui ont eu en terre un cheminement relativement court et direct.

Bien qu'on ait eu des doutes sur la valeur des observations faites dans la zone de contact verre-sol, la progression des racines y semble correcte et les données sont en bonne concordance avec les mesures de croissance faites par d'autres méthodes, extractions totales en particulier.

Les nombres de racines arrivant au contact des 7 vitres ont été les suivants :

TABLEAU I	Nombre total des racines en observation	Nombre de racines se nécrosant	An-mois-décade	Nombre total des racines en observation	Nombre de racines se nécrosant
1ère série			2ème série		
68 - oct-2	10	6	69 - avr. 3	13	2
3	5	2	mai 1	20	12
nov 1	16	12	2	10	0
2	12	9	3	9	3
3	26	11	juin 1	5	2
déc 1	16	7	2	6	1
2	14	4	3	17	4
3	10	4	juil 1	23	4
69 - jan 1	7	3	2	13	2
2	7	7	3	17	9
3	13	8	août 1	11	0
fév 1	10	4	2	7	0
2	8	0	3	7	0
			sept 1	9	0
			2	10	0
			3	2	0
			oct 1	4	1
			2	2	0

Pour la série 1968, plantée le 11 septembre, le maximum d'apparition de racines s'est produit en novembre lorsque les bananiers étaient bien alimentés en eau, mais sans excès (figure 5) ; un autre pic situé fin janvier s'explique de la même façon.

Pour la série 1969, plantée le 17 mars, le maximum est observé fin juin, début juillet, c'est-à-dire à la fin de la grande saison pluvieuse, ensuite on constate une décroissance régulière jusqu'à la floraison (figure 6). Dans les conditions de la Station, les racines s'étendent très peu au-delà d'un cylindre de 100 cm de rayon et de 60 cm de hauteur. On a calculé que l'ensemble des vitres permettait d'observer les racines correspondant à 1,7 bananier. Pour les vitres 7 et 8, placées à angle droit, on estime avoir observé la moitié des racines, à part les racines primaires qui n'auraient pas atteint les vitres, trop courtes ou, ce qui est plus rare trop enfoncées dans le sol.

En supposant le parcours à peu près rectiligne, les racines observées ont donc une longueur non visible de 50 à 100 cm avant le point de contact.

A 160 jours d'âge des bananiers, les nombres de racines sont similaires pour les expériences de 1968 et 1969. Mais pour cette dernière série, la grande saison pluvieuse a stoppé le développement du système radical pendant environ un mois ; par la suite, l'émission de racines a été plus

intense et dépasse celle des plantes de la première série 1968.

Les racines sortant dans les deux premiers mois après plantation sont en général déjà bien différenciées dans le cortex avant la mise en terre et selon BEUGNON, la reprise des nouvelles émissions commencerait seulement entre 75 et 90 jours. Toutefois, pour la série 1968, cette reprise a dû être plus précoce, puisqu'à 3 mois, on trouvait plus de 50 racines mesurant de 50 à 100 cm.

#### Croissance des racines primaires

Les figures 3 et 4 représentent la croissance cumulée des racines primaires vues à la fenêtre 5 (série 1968) et à la fenêtre 8 (série 1969). La longueur observée varie entre 5 et 60 cm. Beaucoup de racines rentrent dans la terre et échappent aux observations après un certain temps de contact avec la vitre.

La croissance est rapide, mais sensible aux variations climatologiques. Le parasitisme dû aux nématodes est important ; on a traité au D. B. C. P. chaque deux mois dans la série 1969. En tenant compte uniquement des racines en croissance active, on a établi des moyennes de croissance, soit sur deux jours entre deux observations consécutives, soit sur décades de jours.

#### • croissance décadaire

Les données se trouvent aux tableaux 2 et 3, et peuvent être comparées aux caractéristiques climatiques. Nous avons tenté d'interpréter ces valeurs. Il apparaît nettement une influence négative du déficit hydrique sur la croissance (série 1968 : janvier et février ; série 1969 : fin juillet et fin août).

Toutefois, il nous est paru beaucoup plus intéressant de considérer les phénomènes à l'échelle journalière, estimant en particulier que la pluviosité (importance de chaque précipitation) devait agir dans des délais très brefs.

TABLEAU 2 - Croissance journalière moyenne par décade et caractéristiques climatologiques correspondantes

Série 1968 décade	Moyenne de croissance cm/jour	P + I mm	E T P mm	D H T mm
octobre 1		13,7	38,6	- 24,9
2	2,74	77,2	36,6	+ 40,6
3	2,17	80,2	40,0	+ 40,2
novembre 1	2,44	53,8	42,1	+ 11,7
2	2,65	48,2	35,9	+ 12,3
3	1,77	63,5	37,8	+ 25,7
décembre 1	1,84	37,4	42,3	- 4,9
2	2,05	15,4	39,1	- 23,7
3	1,66	29,2	38,6	- 9,4
janvier 1	1,77	0	40,5	- 40,5
2	1,19	(35)	39,0	- 4,0
3	1,67	0	42,1	- 42,1
février 1	1,47	8,3 (35) ..	37,5	- 2,5
2	1,33	31,7 (35) ++	42,1	+ 24,6
3		14,9	43,4	- 28,5

. le 19 janvier, donc l'effet se manifeste sur la décade suivante  
DHT de la 2ème décade serait donc plus exactement de 35 mm et  
de la 3ème décade : 12 mm  
.. irrigation le 3 ; ++ irrigation le 16

TABLEAU 3 - Croissance journalière moyenne par décade et caractéristiques climatologiques correspondantes

	Moyenne de croissance cm/jour	P + I mm	ETP mm	DHT mm
<b>Série 1969</b>				
avril 3	1,55	69,7	41,6	+ 28
mai 1	1,33	22,1	45,4	- 23
2	1,87	64,1	39,1	+ 25
3	2,02	73,7	46,6	+ 27
juin 1	1,76	150,0	27,9	+ 122
2	2,19	134,0	31,6	+ 102
3	2,02	81,7	35,0	+ 47
juillet 1	1,69	94,8	39,5	+ 55
2	1,55	31,4	44,3	- 13
3	1,41	19,9	56,9	- 37
août 1	1,38	19,0	47,7	- 29
2	1,71	32,5	39,3	- 7
3	1,46	9,3	38,2	- 29
septembre 1	1,55	26,0	26,6	0
2	1,76	27,1	52,6	- 25
3	1,69	39,1	49,5	- 10
octobre 1	1,51	107,5	59,6	+ 49
2	1,97	61,3	57,3	+ 4

P = pluies, I = irrigations, nombre de mm entre parenthèses.

ETP = évapotranspiration potentielle calculée selon formule de TURC (mm)

DHT = déficit hydrique théorique de la décade = ETP - (P+I) mm  
déficit quand valeurs négatives (-)

#### ● croissance journalière

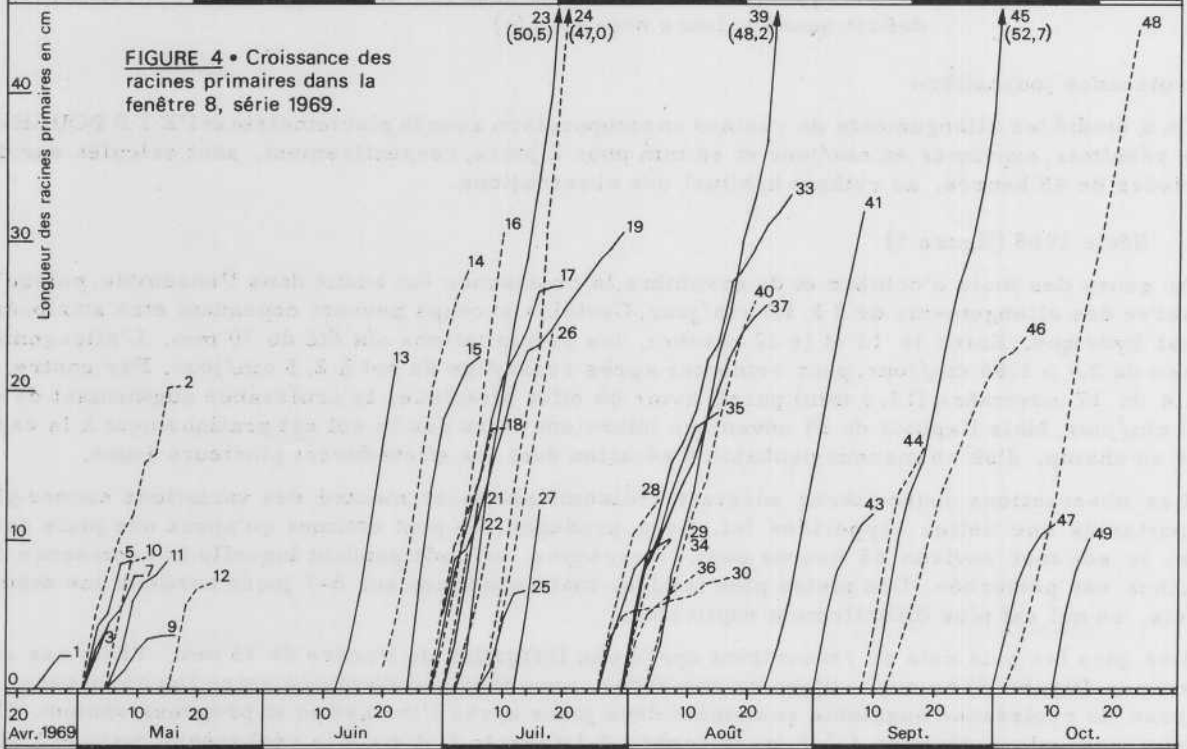
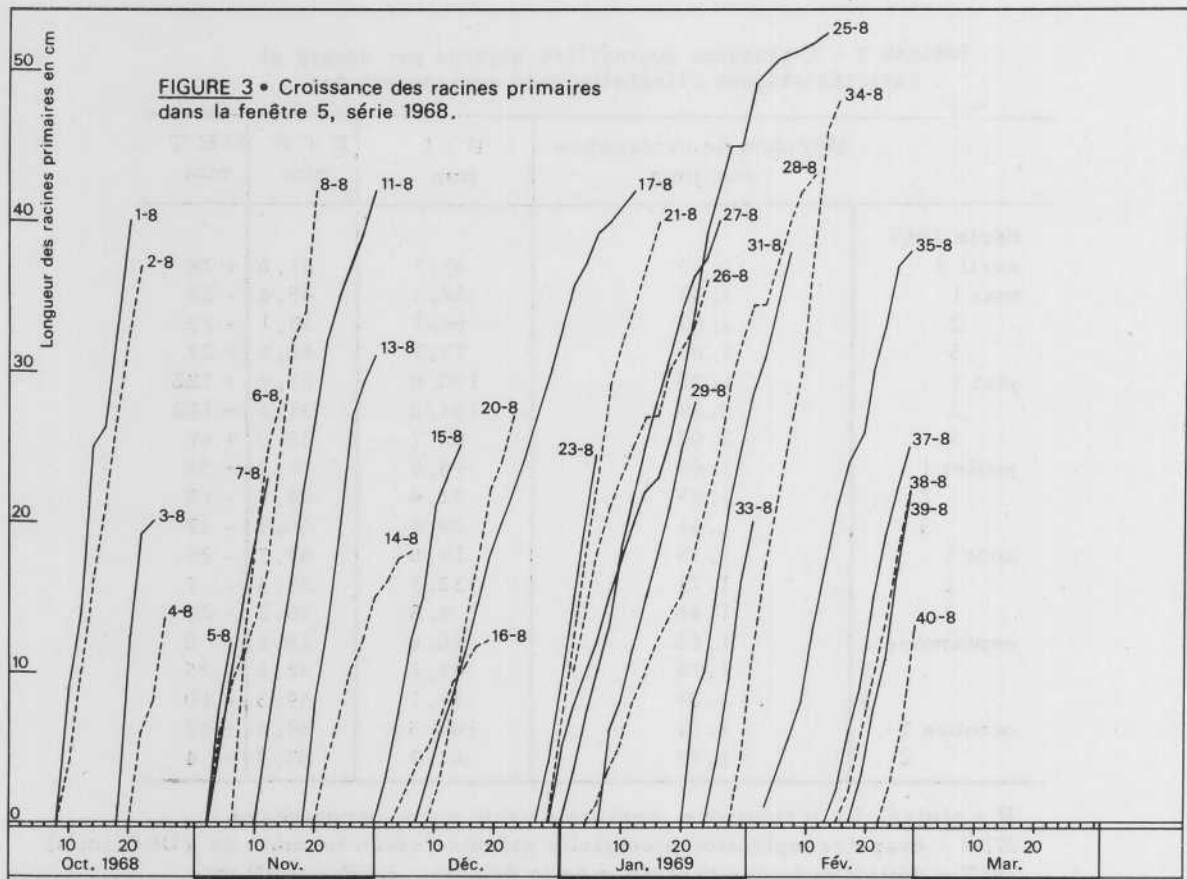
On a étudié les allongements de racines en comparaison avec la pluviométrie et l'ETP BOUCHET. Les résultats, exprimés en cm/jour et en mm pour 2 jours, respectivement, sont calculés sur des périodes de 48 heures, au rythme habituel des observations.

#### Série 1968 (figure 5)

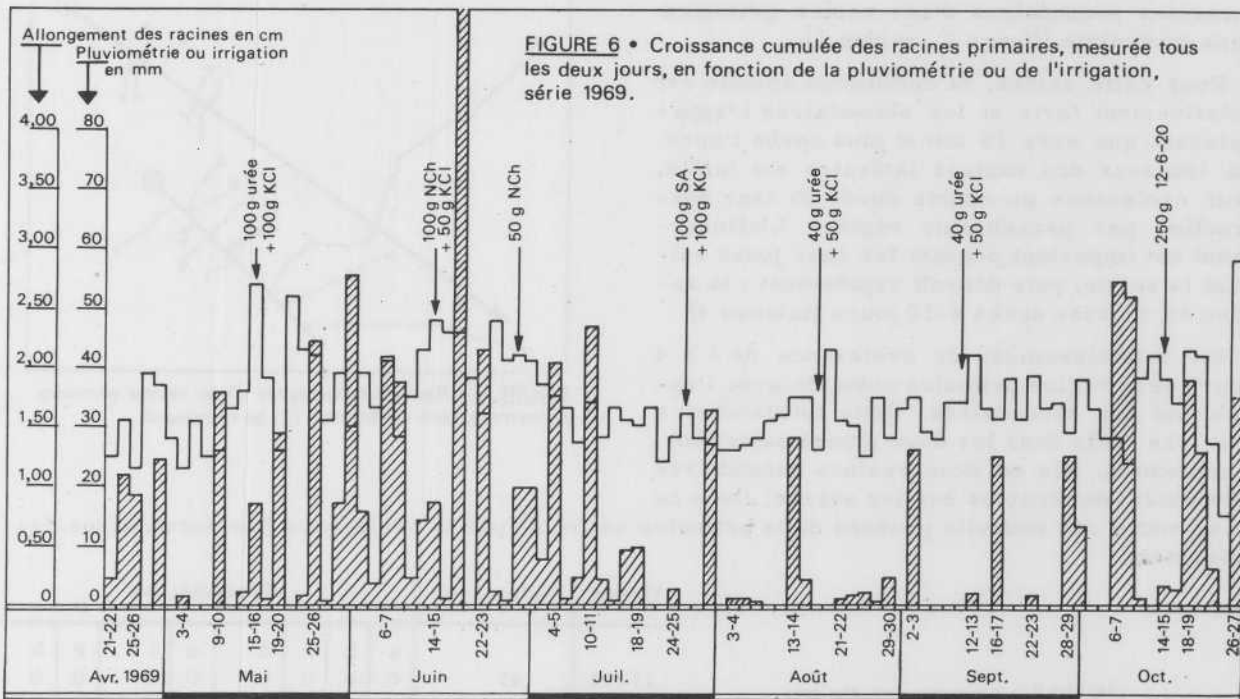
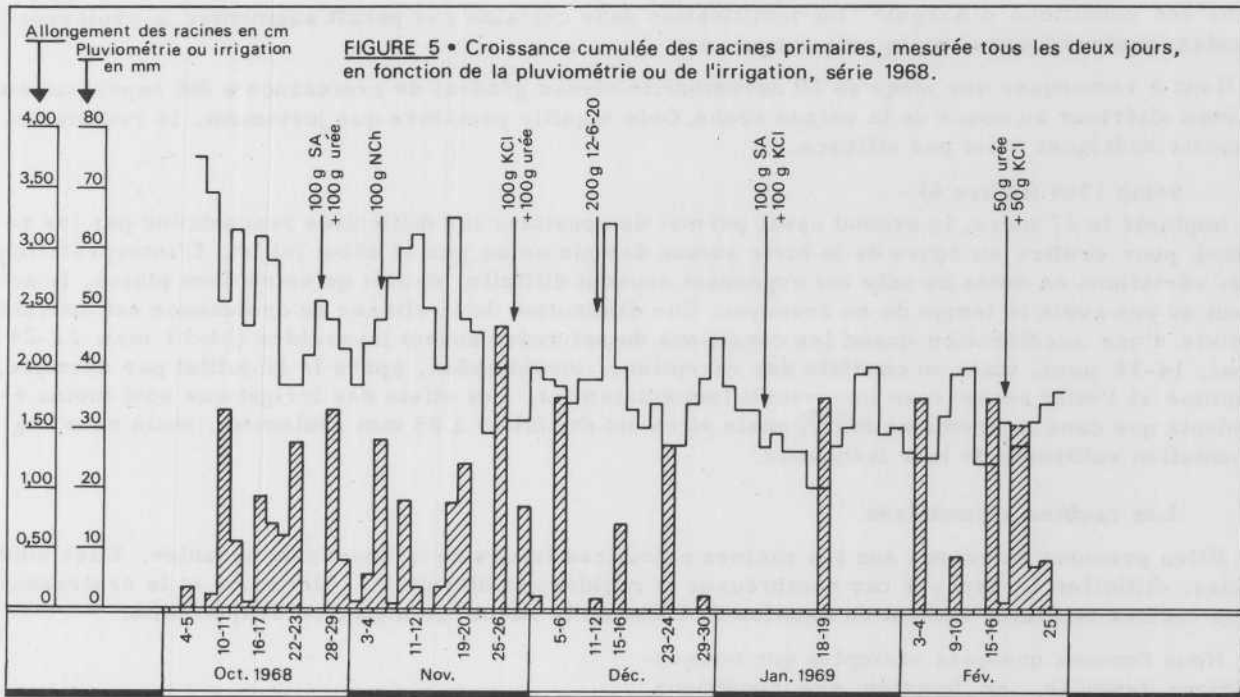
Au cours des mois d'octobre et de novembre, la croissance est bonne dans l'ensemble, puisqu'on observe des allongements de 2 à 3,5 cm/jour. Certains à-coups peuvent cependant être attribués à l'état hydrique. Entre le 15 et le 22 octobre, les précipitations ont été de 70 mm. L'allongement passe de 2,9 à 1,85 cm/jour, pour remonter après ressuyage du sol à 2,5 cm/jour. Par contre, la pluie du 17 novembre (13,5 mm) paraît avoir un effet bénéfique, la croissance augmentant de 2 à 3,2 cm/jour. Mais l'apport du 19 novembre intervient alors que le sol est pratiquement à la capacité au champ, d'où un manque probable d'aération dont les effets durent plusieurs jours.

Les observations journalières auraient vraisemblablement montré des variations encore plus importantes que celles rapportées ici. Avec prudence, on peut estimer qu'après une pluie de 30 mm, le sol met environ 48 heures pour se ressuyer, période pendant laquelle la croissance des racines est perturbée. Des pluies plus faibles, mais continues sur 6-7 jours auraient les mêmes effets, ce qui est plus difficilement explicable.

Les pics les plus nets se rencontrent après une irrigation de l'ordre de 35 mm. Trois cas sont survenus (figure 5) au cours d'une saison sèche, avec très peu de pluies entre les arrosages. La vitesse de croissance augmente seulement deux jours après l'irrigation et progressivement. Elle atteint une valeur maxima 6 à 8 jours après. A 10 jours, l'effet de la sécheresse marque à nou-







SA = sulfate d'ammoniaque      NCh = nitrate de chaux      KCl = chlorure de potasse

 Allongement des racines en cm       Pluviométrie ou irrigation en mm





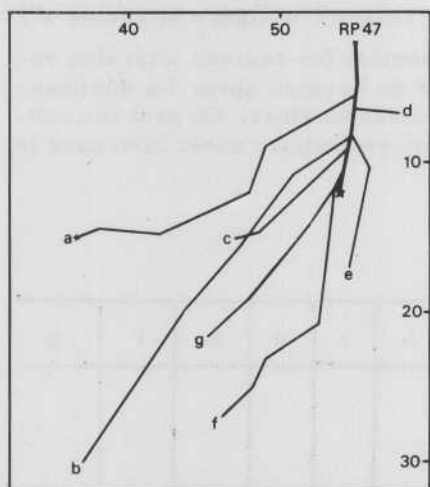


FIGURE 8 • Racines secondaires d'une racine primaire se nécrosant.

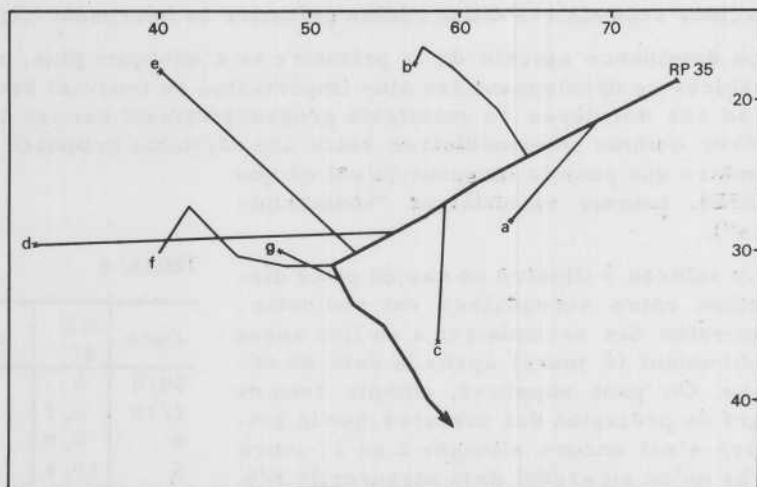


FIGURE 9 • Racines secondaires d'une racine primaire subissant une contrainte physique.

## CONCLUSIONS

Les racines de bananier sont très sensibles aux conditions édaphiques. La corrélation entre bilan hydrique réel et croissance racinaire est difficile à calculer car la mesure du premier terme demanderait un dispositif spécial. On s'est contenté d'une approximation en utilisant le bilan hydrique potentiel.

Toutefois, il est plus intéressant de considérer les données à l'échelle journalière plutôt qu'à une échelle plus étendue, décade de jours par exemple. Il apparaît qu'en saison pluvieuse, la croissance des racines est irrégulière, mais d'un niveau plus élevé qu'en saison sèche, malgré l'irrigation. Il convient de rappeler que dans le terrain de la Station d'Azaguié, l'équilibre optimum entre l'air et l'eau est difficile à maintenir. On a constaté que des pluies de faible intensité, même de longue durée, ont une action moins nocive que de fortes irrigations. On peut penser que le niveau critique "asphyxique" peut être rapidement atteint, de sorte que la quantité d'eau arrivant au sol par unité de temps à une grande importance, en fonction de la rapidité de percolation possible. Nos mesures de pluviométrie ne sont pas assez précises pour connaître ce facteur d'intensité.

Il est très net que le déficit hydrique en saison sèche ralentit considérablement la croissance des racines. Les irrigations devraient être plus fréquentes pour obtenir une permanence de leur effet favorable, et moins abondantes pour éviter l'effet même très momentané de nature asphyxique.

Les observations sur le comportement de racines sont intéressantes lorsqu'elles sont pratiquées pour chacune d'elles. Il serait nécessaire de contrôler la durée d'activité des racines latérales, dont le rôle est essentiel pour la nutrition, en opérant dans des conditions encore plus assurées, particulièrement pour le parasitisme. La méthode utilisée permet d'ailleurs un contrôle progressif des conditions du milieu, et l'utilisation éventuelle d'autres supports. Le seul inconvénient est de ne pouvoir observer que quelques racines, et comme on l'a indiqué dans une zone particulière de contact avec la vitre.

L'étude se poursuit, tandis que d'autre part, on utilise un autre procédé, l'extraction complète sur fosse de grand volume. On espère ainsi augmenter nos connaissances encore très fragmentaires sur l'enracinement et ses variations, dont on connaît la très grande importance en culture bananière.