

N 103

Ministère du Développement
Rural et de l'Hydraulique
SOMIVAC
Unité de Planification
B.P. 175 — ZIGUINCHOR

Comparaison de l'enracinement de quatre
variétés de riz fluvial en présence ou
absence de travail du sol.

PAR

R. NICOU

G. HADDAD

L. SEGUY

Vert : N 1.3
Riz

ETUDES ET TRAVAUX

COMPARAISON DE L'ENRACINEMENT DE QUATRE VARIÉTÉS DE RIZ PLUVIAL EN PRÉSENCE OU ABSENCE DE TRAVAIL DU SOL

par *

R. NICOU

Division des Techniques culturales

L. SÉCUIY

Agropédologue

G. HADDAD

Phytotechnicien riz

Centre National de Recherches Agronomiques (Bambey)

En vue d'étudier les zones favorables à la culture du riz pluvial en Casamance, une série de parcelles d'observation, comportant deux types de travail du sol (grattage superficiel et labour), ont été mises en place en 1968. L'étude des profils culturaux et racinaires permet alors de mettre en évidence des enracinements très différents suivant les variétés :

certaines ont des racines de gros diamètre, portant peu de ramifications, ce qui leur permettrait de pénétrer assez profondément dans les sols non travaillés ;

d'autres au contraire ont, dans les mêmes conditions, des racines très fines et très ramifiées qui ne pénètrent pas et s'étalent dans l'horizon superficiel ; elles demanderaient alors un sol bien travaillé sur une profondeur à déterminer.

Il est apparu nécessaire de préciser ces observations en étudiant l'enracinement d'un certain nombre de variétés de riz pluvial intéressantes à des titres divers et présentant des types très différents. Ceci devait permettre de se rendre compte s'il s'agit d'un caractère propre à la variété ou d'une adaptation au milieu, l'enracinement pouvant devenir un critère de sélection compte tenu du sol, de son degré d'ameublissement et de la pluviométrie de la zone.

Par ailleurs il était intéressant, en conservant la dualité labour-grattage, de juger de l'aptitude des divers types variétaux à occuper de manière favorable un terrain travaillé ou non, cette aptitude pouvant permettre, par exemple, d'envisager la vulgarisation de certaines variétés dans des régions où le labour serait difficile à réaliser.

La présente note est un tableau des premiers résultats obtenus en 1969 sur des parcelles de comportement mises en place sur la station IRAT de Séfa, en Casamance.

Avec la collaboration technique de MM. J.-L. CHOPART, stagiaire ORSTOM, E. AMELAMEDI et Serigne SARR, observateurs.

NOTE DE LA REDACTION. — Les articles publiés dans *L'Agronomie Tropicale*, quelle que soit la personnalité ou la fonction de leur Auteur, n'expriment qu'une opinion personnelle et ne sauraient être considérés comme une indication de la politique ou des intentions du Département.

I) CONDITIONS GENERALES DE REALISATION

L'étude a été menée sur quatre variétés, en deux conditions de travail du sol.

Il y avait donc huit parcelles de 6 m × 16 m chacune, sans répétition.

A) CLIMAT

Le climat est caractérisé par l'opposition entre saison sèche et saison des pluies pendant laquelle se pratique la culture du riz pluvial.

La pluviométrie en 1969 a été, au total, légèrement excédentaire avec 1.403 mm en 83 jours de pluie. Après un démarrage lent et discontinu de l'hivernage, le mois de juillet a été particulièrement pluvieux (429 mm) avec des précipitations très violentes qui ont provoqué une érosion et un ruissellement très importants. Les pluies ont été par la suite très régulières mais se sont prolongées jusqu'à la fin du mois d'octobre.

On peut estimer que la pluviométrie a été favorable à la culture du riz pluvial.

B) SOL

Les parcelles ont été implantées sur sol beige ferrugineux tropical lessivé à taches et concrétions.

Ces sols sont caractérisés par un appauvrissement marqué en argile dans les horizons supérieurs et un enrichissement progressif en argile en profondeur.

Ils présentent, en outre, un niveau à cohésion très forte et structure massive à l'état sec dans la zone 10 cm à 40 cm du profil, et, en conséquence, de faible porosité et perméabilité. La présence de ce niveau favorise les phénomènes d'engorgement temporaire lorsque la fréquence et l'intensité des pluies augmentent en début d'hivernage. Elle permet aussi d'expliquer la faible exploitation de cet horizon par les racines des plantes, en l'absence de travail du sol, compte tenu des propriétés physiques défavorables.

C) VARIETES UTILISEES

Etant donné l'objet de cette étude, il était nécessaire de choisir une gamme de variétés dont la morphologie des systèmes racinaires avait été l'objet de nombreuses observations antérieures, et dont la productivité était estimée assez justement dans la zone de Séfa.

Ces deux critères ont permis de retenir quatre variétés très dissemblables, tant en ce qui concerne la morphologie racinaire (appréciation macroscopique) que la productivité :

63-83,
Iguape Cateto,
Taichung Native,
IR 8.

Les caractéristiques variétales principales sont contenues dans le tableau ci-dessous :

Désignation des variétés	Genre	Origine	Durée du cycle (jours)	Taille à maturité (m)	Forme du grain	Morphologie racinaire	Résistance aux maladies	Productivité en culture pluviale (q)
63-83	Indica	Sefa	120	1,20	Long	Assez grossière	Excellente	35
Iguape Cateto	Indica	Brésil	120	1,20	Long	Assez grossière	Bonne	25
FN (1)	Indica	Formose	110	0,90	Court	Très fine	Assez faible	45
IR 8	Indica	Formose Irri	110	0,90	Court	Très fine et ramifiée	Très faible	50 présumés

D) TRAVAIL DU SOL

Les quatre variétés choisies ont été implantées sur deux traitements très différents : labour et grattage.

LE GRATAGE.

Ce terme caractérise un travail de sol très superficiel, de profondeur variable, exécuté manuellement à l'outil traditionnel mandingue appelé « daba ».

Cet outil réalise de par son mode d'utilisation un véritable grattage de sol, sans qu'il y ait obligatoirement retournement. La profondeur de l'horizon affectée par ce travail varie avec l'utilisateur (degré d'inclinaison de la pièce travaillante) ; on note néanmoins, en moyenne, une fourchette variant entre 6 cm et 10 cm de profondeur.

LE LABOUR.

Le labour effectué est un labour dressé et fermé, réalisé à la charrue à soc.

Le versoir utilisé est de forme cylindro-hélicoïdale, le corps est court (corps universel américain).

La profondeur d'exécution est de 20 cm.

Ce labour est dressé pour créer un foisonnement important (coefficient de 1,2 à 1,5) qui doit permettre de lutter efficacement contre la battance très importante en début d'hivernage au moment où la couverture végétale est pratiquement inexistante.

Ce foisonnement important devrait permettre de limiter l'affaissement du profil cultural et, en conséquence, de réduire théoriquement l'évolution, en général rapide, de la porosité. Il paraît logique, en effet, de penser que dans ces sols sableux sensibles à la battance il est nécessaire de pouvoir maintenir une certaine porosité dans le profil cultural. Un foisonnement important peut permettre ce maintien, un labour jeté à foisonnement réduit est très rapidement détruit (observations faites sur la station de Séfa et chez les paysans).

De plus, les faibles potentialités chimiques de ces sols ferrugineux risquent de compromettre sérieusement le développement des plantes et les racines ne prospectent qu'un volume de sol dérisoire ; le labour dressé permet aux racines d'explorer un volume de sol important, donc de « tamponner » les déficiences chimiques.

Le labour est fermé pour limiter la levée des mauvaises herbes (les graines pourrissent dans ce milieu peu aéré).

Les conditions d'humidité, au moment de la réalisation de ce labour, sont très importantes à considérer, ces sols présentant une structure particulière dans des conditions d'humidité faible. A partir d'un certain taux d'humidité (atteint après une pluie d'environ 30 mm à 40 mm), il est possible de créer une structure motteuse, donc une certaine porosité. Il est nécessaire et indispensable d'utiliser un corps de charrue court qui ne provoque pas de compression de la bande de terre retournée sur la précédente ; le corps long de la même forme émiette considérablement par compression latérale, créant un labour beaucoup plus fragile, à mottes très fines.

E) TECHNIQUES DE CULTURE

Semis à la main, en lignes continues écartées de 40 cm.

Engrais au semis :

100 kg/ha de sulfate d'ammoniaque,

100 kg/ha de phosphate bicalcique,

100 kg/ha de chlorure de potassium.

Trente jours après le semis :

100 kg/ha d'urée,

50 kg/ha d'urée,

50 kg/ha de chlorure de potassium.

Sarclage manuel entre les lignes et sur la ligne.

Récolte à maturité suivant la variété.

F) DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE

24 juin	Labour.
2 juillet	Semis et épandage engrais.
15 juillet	Binage manuel sur parcelles (grattage).
23 juillet	Épandage d'urée et binage général.
30 juillet	Binage sur la ligne (grattage).
31 juillet	Traitement Kasumin Watable.
4 août	Traitement aldrépoudre suivi d'enfouissement à la daba.
5 septembre	Apport complément minéral.
21 octobre	Récolte 63-83, Iguape, TN 1. Labour.
5 novembre	Récolte 63,83, Iguape, TN 1. Grattage.
11 novembre	Récolte IR 8. Labour et grattage.

II) METHODOLOGIE**A) CALENDRIER DES OBSERVATIONS ET MESURES**

L'essentiel de l'étude portait sur l'observation ou la mesure des caractéristiques suivantes :

Densité apparente :

au tallage,
à la montaison.

Profil hydrique :

à la montaison.

Observations sur le profil cultural et le profil racinaire :

au tallage,
à la montaison,
au stade grain laiteux.

Mesures pondérales sur les densités d'occupation racinaire :

au tallage,
à la montaison,
au stade grain laiteux.

Mesures de poids, longueurs et surfaces racinaires par prélèvement global :

au stade grain laiteux.

B) TECHNIQUES D'OBSERVATIONS ET DE MESURE**1) DENSITE APPARENTE**

Méthode des cylindres (KOPECKY) adaptée par MAERTENS.

Le cylindre de 200 cm³ est enfoncé horizontalement dans la paroi verticale d'une fosse au moyen d'un cric. Le mouvement est ainsi continu et l'enfoncement parfaitement régulier.

Profondeurs de prélèvement :

0 cm à 10 cm,
10 cm à 20 cm,
20 cm à 30 cm.

2) PROFIL HYDRIQUE

Prélèvement à la tarière tous les 10 cm jusqu'à 1 m, tous les 20 cm de 1 à 2 m.

3) OBSERVATIONS SUR LE PROFIL CULTURAL ET L'ENRACINEMENT

Elles étaient groupées avec les mesures pondérales de la manière suivante :

une fosse de 1,60 m de longueur et 50 cm de largeur est creusée perpendiculairement aux lignes de semis ; elle couvre donc quatre lignes ; sur deux lignes, on observe le profil cultural suivant la méthode HÉNIN ; sur les deux autres, on effectue les prélèvements racinaires.

a) MESURE DES DENSITÉS D'OCCUPATION RACINAIRE PAR SONDAGE (MÉTHODE MAERTENS).

Un cylindre à bord tranchant est enfoncé horizontalement dans la paroi de la fosse. Un trait à l'extérieur du cylindre indique la limite à laquelle il faut s'arrêter de l'enfoncer pour que le volume prélevé soit de 150 cm³. On arase la terre et on l'extrait du cylindre.

On prélève ici dix cylindres sur 80 cm de largeur (à cheval sur deux lignes de riz) dans chaque horizon :

- 0 cm à 10 cm,
- 10 cm à 20 cm,
- 20 cm à 30 cm.

La terre est lavée à grande eau, à travers plusieurs tamis, de manière à recueillir uniquement racines et radicules qui sont ensuite séchées à l'étuve pendant vingt-quatre heures à 60 degrés.

Après pesées, les résultats sont exprimés par horizon, en grammes de racines par décimètre cube de sol.

b) PRÉLÈVEMENTS GLOBAUX.

La technique consiste à prélever l'ensemble des racines contenues dans un volume de sol donné en opérant de manière à garder les racines intactes pour pouvoir mesurer avec précision leur longueur et leur poids.

On a prélevé ici un parallélépipède à cheval sur une ligne, une longueur de ligne de 20 cm et une profondeur de 40 cm.

Cela représente $2 \times 4 \times 4 = 32 \text{ dm}^3$.

L'ensemble du bloc est isolé en creusant une fosse tout autour. Après avoir sectionné les racines à la base, soit par un fil métallique, soit par un objet tranchant, le bloc est basculé sur une planche puis transporté délicatement pour être lavé.

L'enracinement est recueilli à peu près intact et isolé des parties aériennes en tranchant au collet.

On prélève au hasard 200 racines principales complètes (non sectionnées ou cassées au cours du prélèvement) et on mesure leur longueur.

Nouvel échantillonnage de 600 racines.

Sur les 800, séparation des racines principales et secondaires et pesées séparées en frais et en sec. Les racines dites secondaires comprennent toutes les ramifications primaires, secondaires, etc., qui prennent naissance sur la racine principale.

Observation à la loupe binoculaire sur les ramifications et mesure du diamètre moyen des racines secondaires.

Pour les calculs, on utilise la méthode PELERENTS : la racine est assimilée à un cylindre dont on calcule le rayon moyen.

RACINES PRINCIPALES.

$$\text{Rayon moyen d'une racine : } R = \sqrt{\frac{V}{\pi \times l}}$$

- où v = volume de la racine,
- l = longueur de la racine,
- p = poids frais de la racine.

La densité des racines est sensiblement égale à 1, vu leur teneur en eau. Dès lors, on peut substituer le poids frais. La formule devient :

$$R = \sqrt{\frac{P}{\pi \times l}}$$

Ce rayon moyen est calculé sur 200 racines.

Surface totale des racines de l'échantillon :

$$\begin{aligned} \text{On a } S &= 2 \text{ RL} \\ V &= \pi R^2 L \end{aligned}$$

où L = longueur totale des racines de l'échantillon,
 V = volume total des racines de l'échantillon,
 P = poids frais total des racines de l'échantillon.

$$\text{On tire : } \frac{S}{V} = \frac{2}{R} \text{ et } S = \frac{2 V}{R} = \frac{2 P}{R}$$

+ Longueur totale des racines de l'échantillon :

$$L = \frac{V}{\pi R^2} \text{ et } \frac{P}{\pi R^2}$$

RACINES SECONDAIRES.

Le rayon moyen a été mesuré à la loupe binoculaire ; on applique les formules :

$$L = \frac{P}{R^2} \text{ et } S = \frac{2 P}{R}$$

Ces calculs n'ont pas une valeur absolue mais permettent une bonne comparaison entre les différentes variétés, ce qui est l'essentiel dans cette étude.

Il n'y a pas eu de répétitions mais l'on verra que les différences observées permettent, malgré tout, de tenir compte des résultats obtenus, d'autant que la méthode a été appliquée avec une grande précision.

III) RESULTATS

A) CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU SOL

1) DENSITES APPARENTES

Les mesures effectuées sur cet essai sont très hétérogènes et ne montrent pas, de façon aussi nette qu'on pouvait s'y attendre, l'effet du labour sur la porosité globale.

Seul le prélèvement effectué à la montaison présente quelques différences qui ne sont pas significatives.

	Grattage					Labour				
	63-83	Iguape	TN 1	IR 8	Moyenne	63-83	Iguape	TN 1	IR 8	Moyenne
0-10 cm ..	1,47	1,50	1,50	1,48	1,49	1,42	1,41	1,43	1,36	1,40
10-20 cm ..	1,51	1,52	1,53	1,49	1,51	1,45	1,48	1,47	1,48	1,47
20-30 cm ..	1,62	1,60	1,61	1,60	1,61	1,55	1,55	1,56	1,54	1,55

Il ne semble pas y avoir d'influence variétale sur la densité apparente.

Les différences enregistrées entre labour et grattage sont faibles.

La porosité passe de :

43,8 % (grattage) à 47,2 % (labour) à 0 cm à 10 cm,

43 % (grattage) à 44,5 % (labour) à 10 cm à 20 cm,

39,2 % (grattage) à 41,5 % (labour) à 20 cm à 30 cm.

Horizon 0 cm à 10 cm :

Sur la parcelle grattée, les binages manuels fréquents (au moins trois) sur un travail du sol très superficiel ont amené un tassement certain (passage des manœuvres). Sous labour, par contre, un seul binage a été nécessaire. le tassement dans ce cas a été d'autant plus faible qu'il s'exerce sur un foisonnement important.

Ceci explique la différence de porosité de 3,4 % (les phénomènes de battance ayant joué de façon égale sur les deux traitements).

Horizon 10 cm à 20 cm :

Dans cet horizon « protégé » les différences de porosité sont très faibles. C'est pourtant là qu'elles devraient être importantes, car on a vu qu'en sol non travaillé il existait un niveau de cohésion forte et de structure massive à l'état sec, qui induit une faible porosité. Il semble que le labour se soit affaissé. En 1968, on avait enregistré des différences de porosité allant de 10 % à 12 %.

MESURES DE POROSITÉ EFFECTUÉES SOUS RIZ A SÉFA EN 1968 - RÉCOLTE

	Horizon 0-10 cm (%)	Horizon 10-20 cm (%)	Horizon 20-30 cm (%)
Grattage	45	40	45
Labour	46	50	43

Il apparaît cependant que cette année la végétation accuse les mêmes écarts qu'en 1968 sous les deux traitements ; l'aspect quantitatif de la porosité ne rend absolument pas compte de cette différence.

L'aspect qualitatif de cette porosité sous labour paraît donc être l'élément fondamental responsable des différences végétales des parties aériennes et souterraines.

2) PROFILS HYDRIQUES

Un seul relevé de profils hydriques a été effectué au moment de la montaison. Les résultats confirment ceux obtenus en 1968 en plusieurs situations, en particulier en ce qui concerne la comparaison des effets grattage-labour. Ceci permet d'accorder une plus grande valeur aux résultats obtenus en 1969.

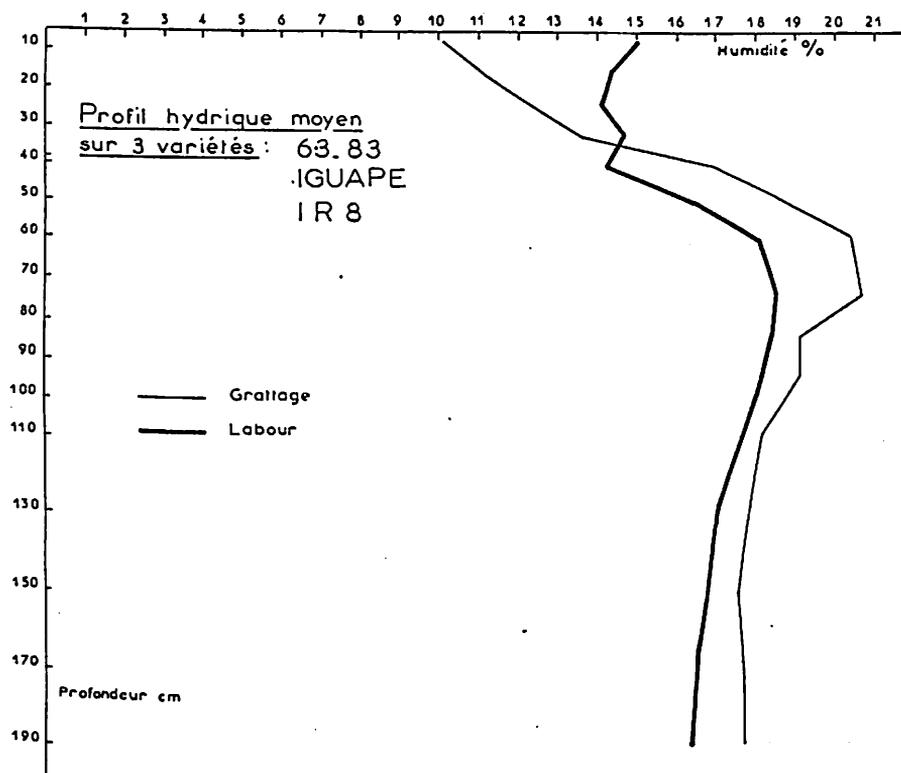


Figure 1

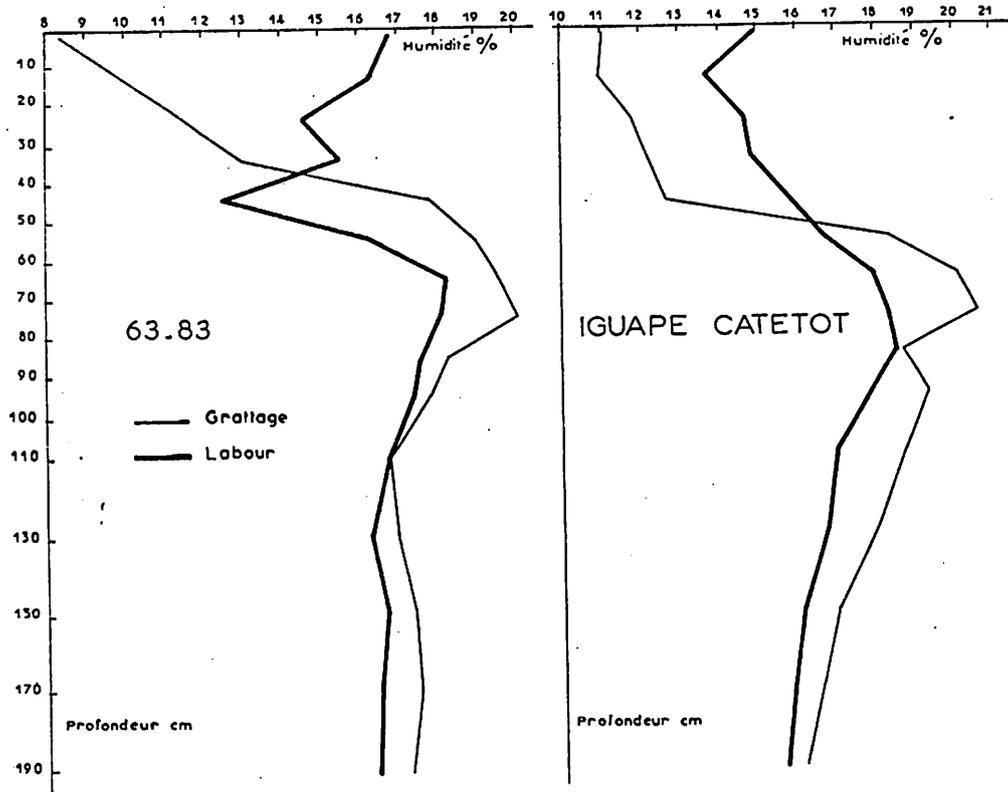


Figure 2

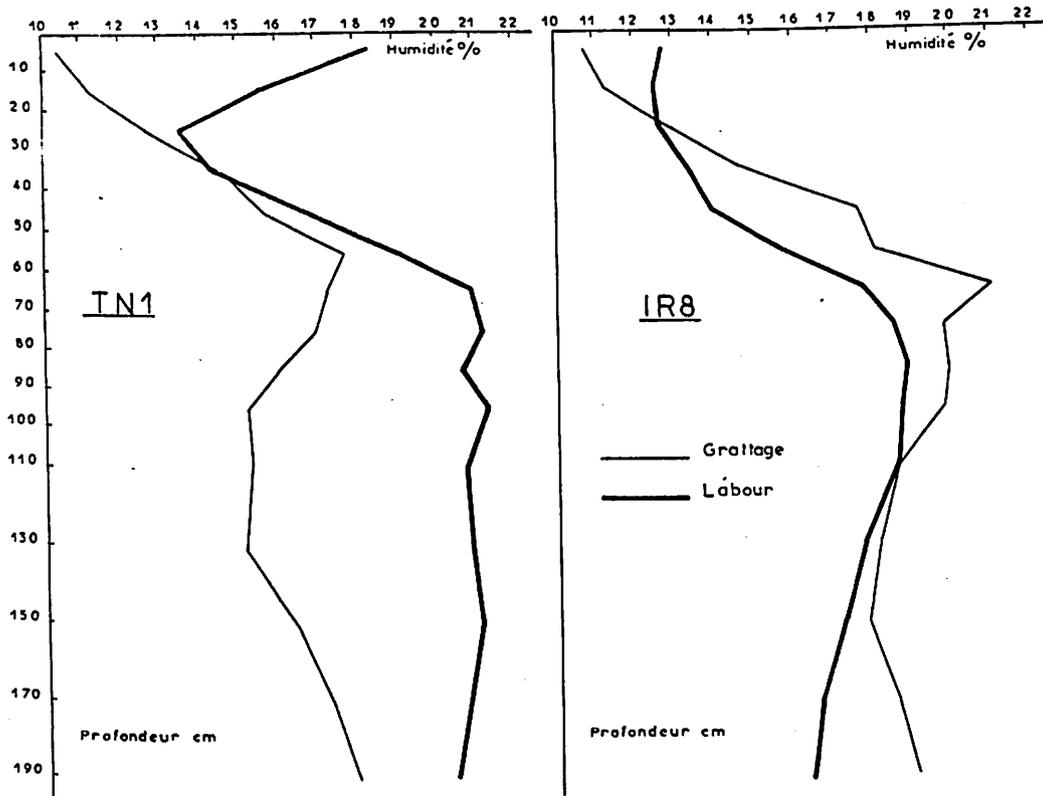


Figure 3

L'examen de ces profils hydriques attire les réflexions suivantes :

1) L'influence du labour est prépondérante. Jusqu'à une profondeur variant de 25 cm à 50 cm en fonction de la variété, le profil est desséché sur grattage. En dessous (sauf sur TN 1), le profil devient plus sec sur labour.

En faisant la moyenne des résultats obtenus sur les variétés 63-83, Iguape et IR 8, on peut calculer les différences entre les stocks d'eau du sol (en millimètres), suivant la profondeur.

Profondeur (mm)	Grattage (mm)	Labour (mm)	Différence labour-grattage (mm)	Différence du grattage (%)
0- 40	69,5	86,5	+ 17	+ 24,4
40- 80	121,3	106,4	- 14,9	- 12,3
80-200	340,6	323,6	- 17	- 5,0
Bilan 0-200	531,4	516,5	- 14,9	- 9,7

L'exploitation par les racines des réserves hydriques du sol ne s'effectue donc pas de façon identique en présence ou en absence de travail du sol.

Comme en 1968, l'exploitation est globalement plus poussée sur labour puisque le stock hydrique sur 2 m de profondeur est légèrement inférieur au stock sur grattage (évapotranspiration plus élevée). Mais un fait nouveau intervient cette année : l'assèchement ne se fait pas aux mêmes niveaux. Sur grattage, les racines exploitent préférentiellement les couches superficielles (0 cm à 40 cm), alors que sur labour les racines exploitent davantage les couches profondes et, en particulier, le niveau 40 cm à 80 cm. Les différences de bilan sont respectivement de 17 mm pour les couches supérieures (0 cm à 40 cm) et 32 mm pour les couches profondes (40 cm à 200 cm). Le phénomène ne semble pas dû au hasard, car pour les trois variétés les courbes de profils hydriques accusent les mêmes différences entre les traitements labour et grattage.

L'action du travail du sol permet donc à la plante d'aller chercher l'eau dans les horizons profonds. En cas de sécheresse, elle est capable de « tirer » 32 mm supplémentaires des horizons inférieurs par rapport à une culture sur grattage. Cela doit lui permettre de résister environ une semaine supplémentaire.

Le cas du TN 1 est vraiment particulier et pourrait être attribué à des variations dans la nature texturale des couches profondes (plus sableuses sous grattage, plus argileuses sous labour) ou à des différences importantes dans l'infiltration.

2) Les différences variétales sont faibles :

Elles sont inexistantes sous grattage.

Sous labour, l'enracinement de l'IR 8 paraît plus développé que les autres en surface, le dessèchement y étant plus marqué. D'ailleurs, pour cette variété, la différence grattage-labour est peu accentuée. Ceci montrerait une répartition homogène de l'enracinement sur tout le profil, quelles que soient les conditions de travail du sol.

B) ENRACINEMENTS

1) PROFILS CULTURAUX ET RACINAIRES

On fera figurer ici un résumé de toutes les observations effectuées en cours de campagne.

Action du travail du sol sur la structure :

grattage : zone légèrement grumeleuse dans les 8 premiers centimètres. En dessous, structure particulière ;

labour : structure grumeleuse avec nombreux agrégats dans l'horizon labouré (en moyenne 0 cm à 25 cm), semelle de labour souvent visible.

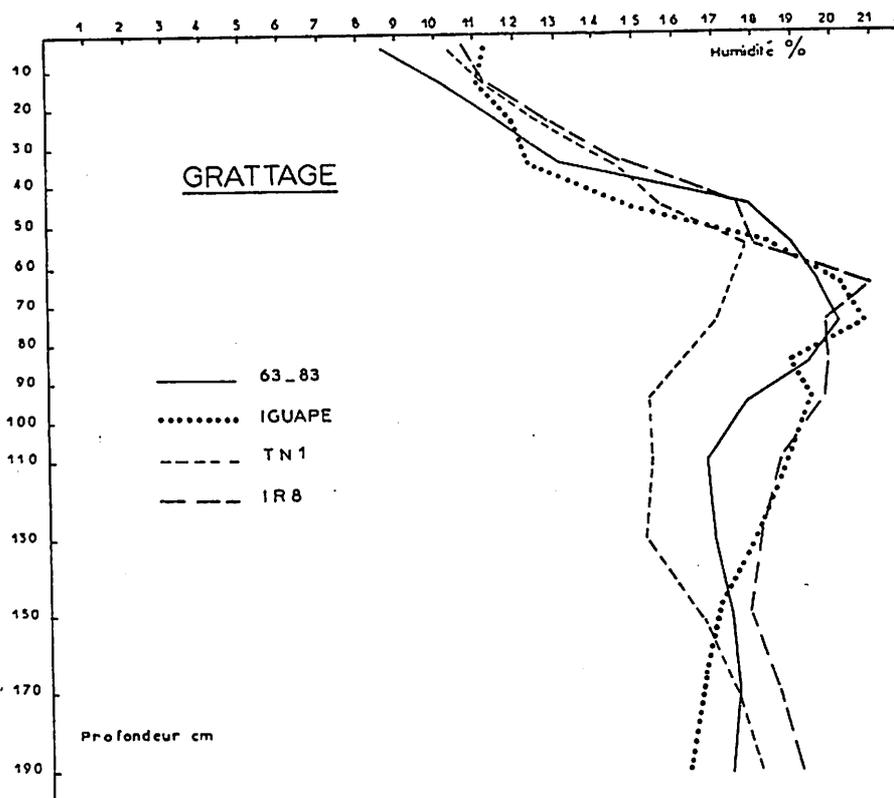


Figure 4

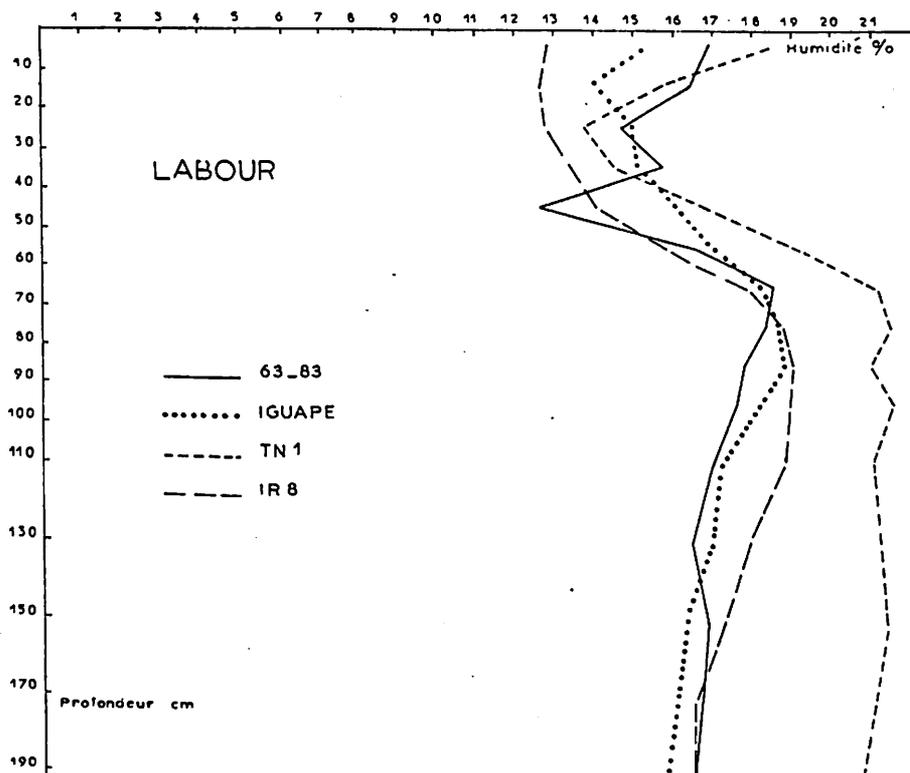


Figure 5

Profils racinaires :

	Grattage		Labour
63-80	0-8 cm < 8 cm	Développement racinaire important. Quelques grosses racines.	Racines : nombreux tubes blancs peu ramifiés pouvant descendre jusqu'à 50 cm.
Iguape	0-8 cm < 8 cm	Enracinement peu important mais ramifié. Racines peu ramifiées.	0-25 cm : enracinement très important mais sur- tout ramifié de 0 à 10 cm.
TN 1		Enracinement fin très ramifié, dense en surface mais descendant jusqu'à 20 cm.	Enracinement très fin et ramifié occupant tout le profil et descendant jusqu'à 35 cm.
IR 8	0,10 cm < 10 cm	Chevelu racinaire fin, ramifié et dense. Quelques racines fines.	Chevelu radicaire bien réparti, très ramifié dans l'horizon labouré mais descendant bien jusqu'à 35 cm.

L'observation met donc en évidence un certain nombre de caractéristiques variétales :

- 63-83 : racines grosses et peu ramifiées.
 Iguape : racines un peu moins grosses et moyennement ramifiées, surtout en surface.
 TN 1 : enracinement très fin, très ramifié occupant tout le profil.
 IR 8 : chevelu racinaire très fin, très ramifié occupant tout le profil.

Les mesures avaient pour but d'essayer de chiffrer ces différences assez remarquables.

2) DENSITES D'OCCUPATION RACINAIRE

Les deux premiers prélèvements ne comportaient que deux répétitions. Or, l'hétérogénéité des mesures est telle que la moyenne n'a souvent plus grande signification.

Le nombre de répétitions ayant été porté à quatre au stade grain laiteux, les résultats peuvent être pris en considération et permettent une comparaison valable des traitements.

		0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	Moyenne 0-30 cm
Grattage	63-83	0,852	0,134	0,056	0,347
	Iguape	1,203	0,222	0,067	0,497
	TN 1	1,037	0,079	0,044	0,387
	IR 8	0,932	0,265	0,084	0,427
Labour	63-83	1,366	0,885	0,095	0,782
	Iguape	2,260	1,039	0,141	1,147
	TN 1	1,347	0,964	0,053	0,788
	IR 8	1,417	0,489	0,264	0,723

La lecture de ce tableau attire les remarques suivantes :

L'effet du labour est très important jusqu'à 20 cm, mais surtout dans l'horizon 10 cm à 20 cm, où la densité racinaire peut se trouver multipliée par 12 (TN 1) par rapport au traitement grattage. Ceci concorde bien avec les observations sur le profil racinaire et ne fait que confirmer les résultats antérieurs obtenus, tant sur le riz pluvial que sur les autres céréales de savane : mil, sorgho et maïs. Le labour accroît la densité d'occupation racinaire dans les horizons profonds.

Remarquons aussi que cette différence d'enracinement existe, bien que les porosités mesurées soient très voisines. C'est donc l'aspect qualitatif de cette porosité qui semble jouer le rôle essentiel.

L'effet le moins important est obtenu sur IR 8 mais, dans ce cas, le gain paraît plus régulier sur l'ensemble du profil puisqu'il est encore marqué entre 20 cm et 30 cm.

En se basant sur ces chiffres, l'Iguape Cateto aurait un enracinement très supérieur aux trois autres variétés à peu près équivalentes entre elles, l'IR 8 étant même inférieur aux deux autres dans l'horizon 10 cm à 20 cm.

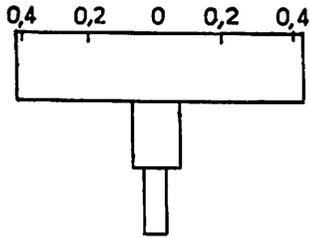
Or, les observations qui figurent dans le paragraphe précédent montrent qu'au point de vue qualitatif le classement entre variétés est très différent.

Les mesures quantitatives de densités d'occupation racinaire ne rendent donc pas compte de la qualité de l'enracinement, telle qu'on peut l'apprécier à l'examen du profil cultural. Elles ne traduisent pas le degré de ramification et de finesse : une grosse racine pesant souvent plus lourd que dix petites racines fines et bien ramifiées.

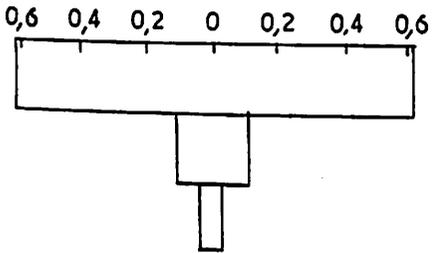
Il faut donc faire appel aux notions de longueur et de surface.

Densités d'occupation Racinaire g/dm^3

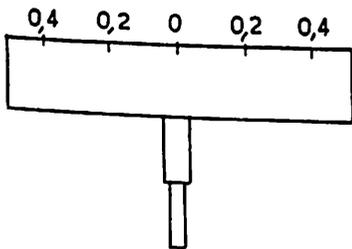
GRATTAGE



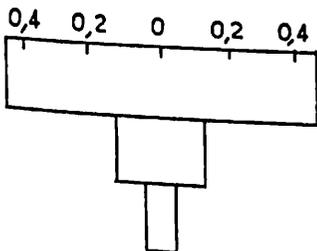
63_83



IGUAPE

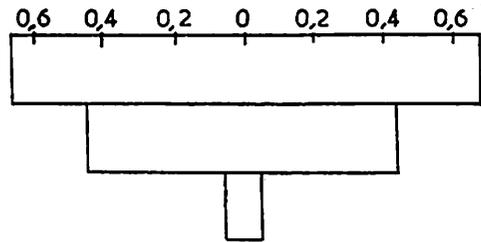


TN1

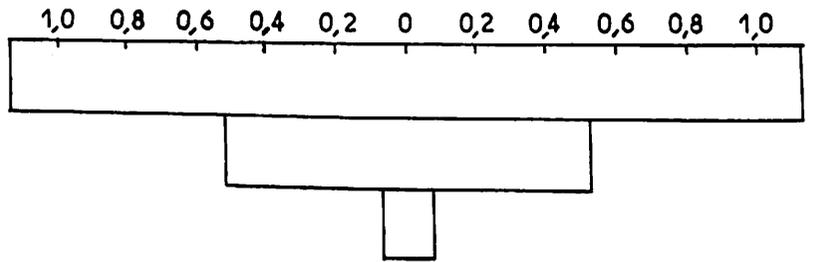


IR 8

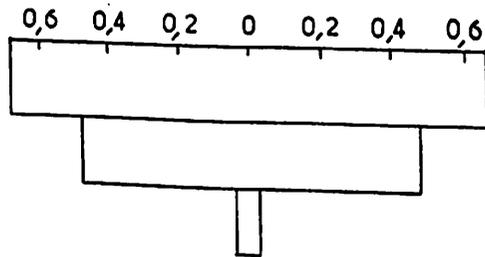
LABOUR



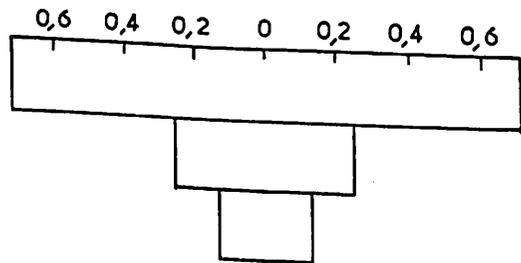
63_83



IGUAPE



TN1



IR 8

Figure 6

3) PRELEVEMENTS GLOBAUX

Le tableau ci-dessous rassemble les principaux résultats obtenus par la méthode du prélèvement global :

PRÉLEVEMENT GLOBAL : TABLEAU RÉCAPITULATIF DES PRINCIPAUX RÉSULTATS
(Volume prélevé : $0,4 \times 0,4 \times 0,2 = 0,032 \text{ m}^3$)

		Poids humide (g) ou volume (cm ³)			Poids sec (g)			Longue- ueur moyenne RP (cm)	Longueur (m)			Rayon moyen cm 10 ⁻³		Surface (cm ²)		
		Racines prin- cipales	Racines secon- daires	Total	RP	RS	Total		RP total	RS total	Total général	RP	RS	RP	RS	Total
Grattage	63-83	12,7	7,0	19,7	2,5	1,6	4,1	16,5	64	619	683	25,1	6	1.033	2.330	3.363
	Iguape	20,0	12,1	32,1	4,2	2,6	6,8	20,6	111	2.399	2.510	24,1	4	1.669	6.026	7.695
	TN 1	9,8	9,2	19,0	1,7	2,1	3,8	15,5	67	3.266	3.333	21,6	3	910	6.153	7.063
	IR 8	14,4	12,8	27,2	2,2	2,4	4,6	15,6	80	4.530	4.610	24,0	3	1.204	8.535	9.739
Labour	63-83	30,8	17,9	48,7	6,2	3,7	9,9	22	162	1.580	1.742	24,6	6	2.506	5.951	8.457
	Iguape	37,7	17,1	54,8	7,9	4,5	12,4	21,0	165	3.400	3.565	27,0	4	2.792	8.541	11.333
	TN 1	23,2	12,7	35,9	4,1	2,9	7,0	20,2	192	4.478	4.670	19,6	3	2.369	8.437	10.806
	IR 8	25,7	24,2	49,9	4,9	4,9	9,8	20,7	189	8.575	8.764	20,8	3	2.473	16.156	18.629

On peut faire les commentaires suivants :

a) POIDS HUMIDE ET POIDS SEC.

Mêmes observations que sur les densités d'occupations racinaires. Les traitements se classent à peu près dans le même ordre :

influence du labour,
supériorité de l'Iguape Cateto.

b) LONGUEUR DES RACINES PRINCIPALES COMPLÈTES.

Le labour provoque un allongement des racines d'en moyenne 5 cm, sauf sur l'Iguape dont la longueur varie peu.

A l'intérieur de chaque traitement du sol, TN 1 et IR 8 ont des racines égales et légèrement plus courtes que le 63-83.

Le graphique ci-dessous étudie la répartition de 100 racines par classe de 5 cm :

le labour provoque un décalage des longueurs de 5 cm ;

la majorité des racines d'Iguape et TN 1 mesurent entre 15 cm et 25 cm, celles de 63-83 et IR 8 étant mieux réparties dans toutes les classes ;

Iguape et 63-83 ont les racines les plus longues : elles atteignent la limite de l'horizon prélevé.

On remarquera que, aux erreurs d'expérience près, la répartition par classe de 5 cm montre une proportion très faible de racines complètes dans la classe 35 cm à 40 cm. La quantité de racines présentes dans les horizons inférieurs paraît donc négligeable.

c) DIAMÈTRE DES RACINES PRINCIPALES ET SECONDAIRES.

Contrairement à ce que l'on pouvait penser, le diamètre des racines principales ne varie pas toujours en sens inverse de la longueur. Il semble bien que nous soyons là en présence de différences variées intéressantes :

63-83 : le labour allonge les racines principales sans faire varier le diamètre ;

Iguape : s'allonge très peu mais son diamètre augmente ;

TN 1 et IR 8 : la longueur s'accroît tandis que le diamètre diminue.

En ce qui concerne les racines secondaires, il n'a pas été possible de mettre en évidence des variations dues au labour. Il faudrait avoir recours à des mesures plus précises pour s'assurer de la validité de cette observation.

Répartition de cent Racines par Classes de Longueurs

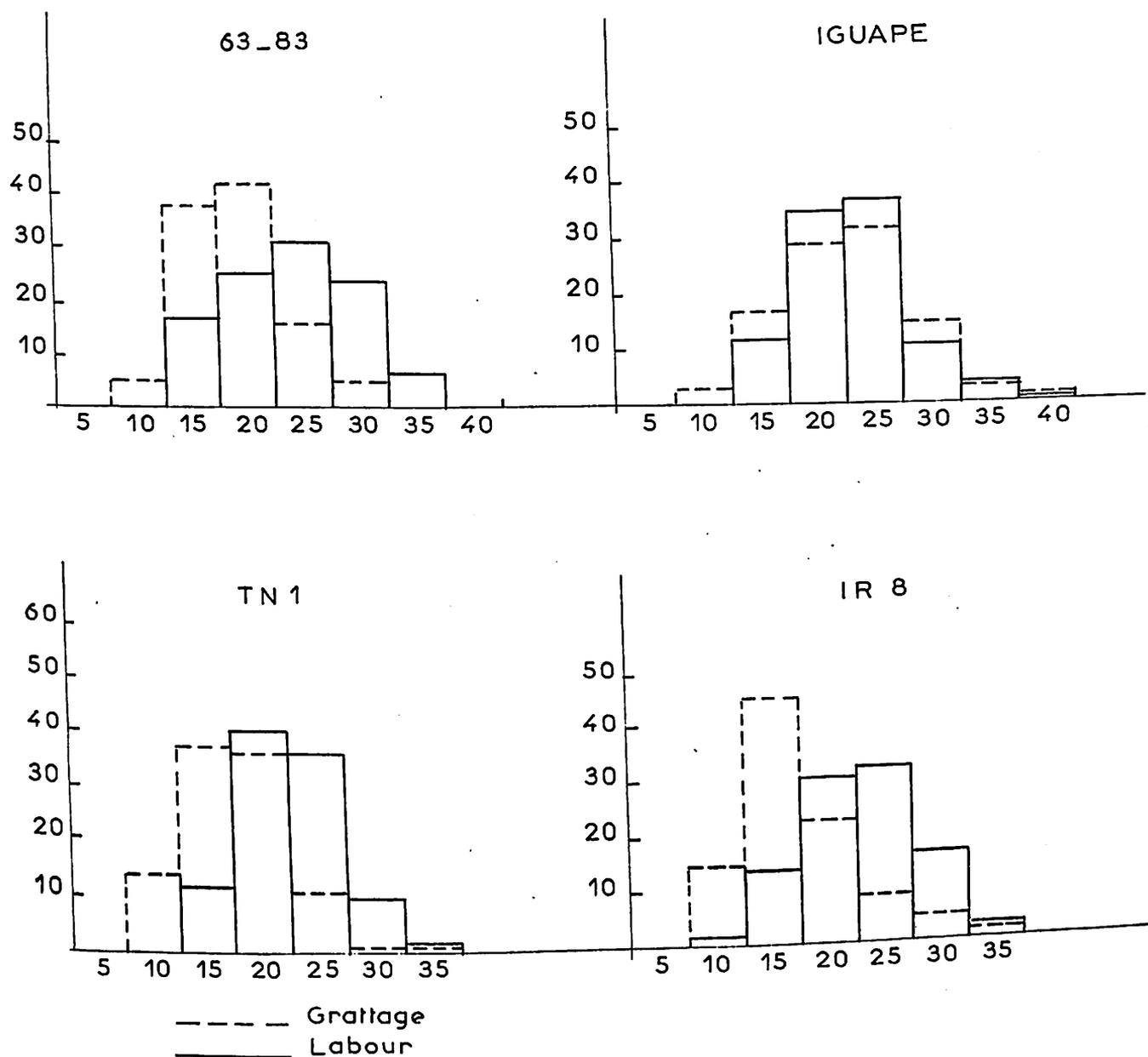


Figure 7

d) DEGRÉ DE RAMIFICATION DES RACINES PRINCIPALES.

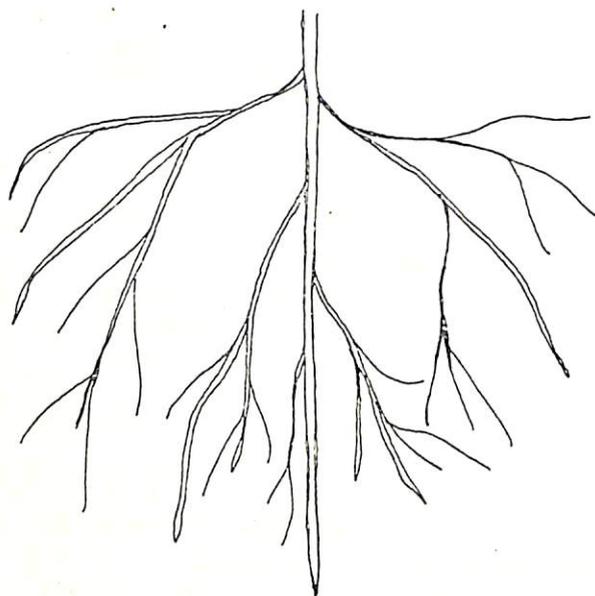
Les différences observées au paragraphe précédent peuvent en partie s'expliquer par les types de ramifications qu'il a été possible d'observer au laboratoire.

Le 63-83 a des racines principales de type fil de fer, assez grosses, dont les ramifications ont elles-mêmes un diamètre assez élevé comparablement aux autres variétés.

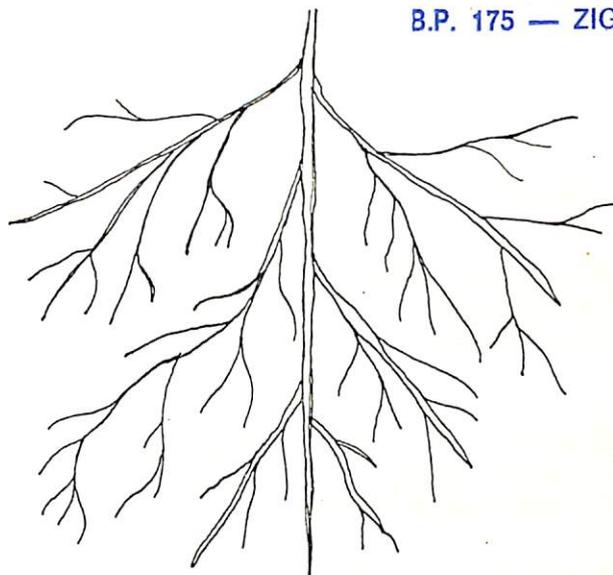
Une mesure grossière à la binoculaire donne :

Ramification primaire	d = 30/100 mm.
Ramification secondaire	d = 10/100 mm.
Ramification tertiaire	d = 6/100 mm.

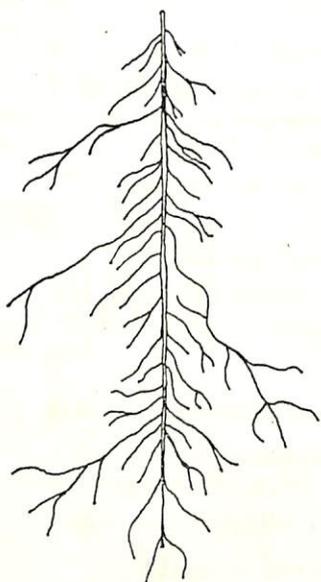
Schéma d'une Racine Principale
avec ses Ramifications



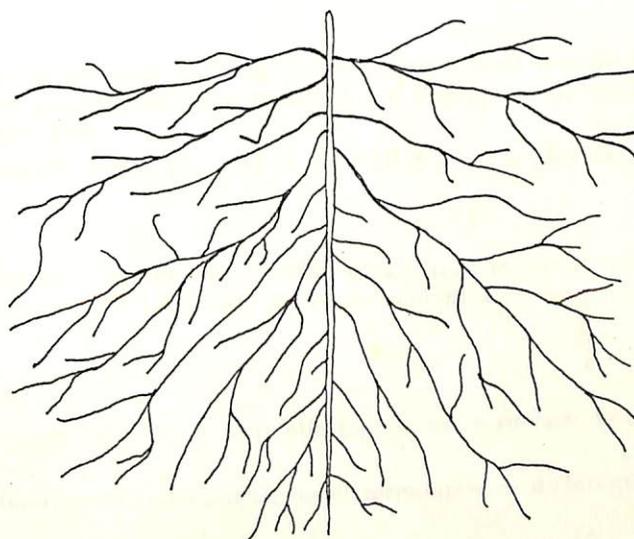
63_83



IGUAPE CATETO



TAICHUNG NATIVE N°1



IR 8

Il n'y a pas de ramifications très fines et les poils absorbants semblent peu nombreux.

Le chiffre moyen retenu de 12/100 mm essaie de tenir compte de la répartition relative des catégories de ramifications. Il est très approximatif mais n'en garde pas moins une valeur de comparaison.

L'enracinement paraît donc assez grossier et rustique. Il doit certainement avoir une bonne capacité de pénétration et tirer parti des sols compacts et pauvres en surface.

L'Iguape Cateto a un enracinement un peu plus élaboré. Sur une racine principale de diamètre important, on trouve des ramifications primaires de gros diamètre (30/100 mm) mais les secondaires et tertiaires sont plus minces. Il existe un chevelu très fin, le diamètre descendant à 2/100 mm.

Les poils absorbants sont nombreux.

Le diamètre moyen pris à 4/100 mm est probablement sous-estimé.

Ce type d'enracinement, tout en pouvant descendre profondément, prospecte certainement un volume de sol plus grand grâce à ses fines ramifications.

Le TN 1 a certainement l'enracinement le plus fin. Le rayon des racines principales descend à $1,96 \cdot 10^{-2}$ cm et il y a très peu de ramifications secondaires et tertiaires. Directement sur la racine principale, on voit un chevelu très dense de fines radicelles d'environ 2/100 mm. Lorsqu'il y a ramification primaire, cette dernière ne dépasse pas 15/100 mm.

Les poils absorbants sont très nombreux et longs.

L'IR 8 a l'enracinement le plus ramifié et le plus enchevêtré. On retrouve tous les degrés de ramification, mais les primaires ne dépassent pas 15/100 mm et les plus petites tournent autour de 2/100 mm. C'est un chevelu très dense, très difficile à démêler. La densité de poils absorbants est aussi très importante.

Notons que la même variété, cultivée en irrigué sur des sols plus argileux, présente une capacité de ramification encore plus grande et le chevelu encore plus fin s'apparente aux fils d'une toile d'araignée, même si le sol est peu travaillé.

Il est certain que tout le sol disponible est ainsi prospecté, les fines radicelles profitant de tous les interstices disponibles.

e) LONGUEUR TOTALE POUR LE VOLUME DE SOL PRÉLEVÉ.

On observe que les racines principales n'entrent que pour une faible part dans la longueur totale de l'enracinement. Cette dernière, fonction des racines secondaires, est donc un indice important du degré de ramification de l'enracinement.

Action du labour.

Il double la longueur totale des racines principales. L'allongement moyen n'était que de 5 cm ; le nombre de racines augmente donc dans des proportions importantes. Pour l'Iguape, seul ce dernier facteur joue, puisque la longueur moyenne varie peu.

Effet marqué sur les racines secondaires du 63-83 ($\times 2,5$) et de l'IR 8 ($\times 2$), plus faible sur l'Iguape et TN 1.

Action du type variétal.

Les longueurs totales correspondent bien au degré de ramification décrit dans le paragraphe précédent. L'abondance de fines radicelles permet au TN 1 d'avoir un enracinement très long pour un faible poids.

f) SURFACE TOTALE POUR LE VOLUME DE SOL PRÉLEVÉ.

C'est elle qui interviendra dans les échanges sol-plante puisqu'elle représente la surface de contact sol-racine. Son importance est donc primordiale.

Etant donné qu'elle fait intervenir le diamètre et la longueur, les classements sont différents.

Effet du labour :

très important sur 63-83 et IR 8,
plus faible sur Iguape et TN 1.

Les variétés se classent ainsi dans l'ordre croissant :

63-83,
Iguape et TN 1,
IR 8.

Iguape et TN 1 ont une surface d'échange égale : mais à surface égale, une longueur et une ramification plus grandes permettent de toucher un plus grand nombre de particules de sol. Ce dernier est donc mieux prospecté par le TN 1.

Les chiffres n'ont qu'une valeur relative, mais on peut remarquer l'écart existant entre la surface de contact de l'IR 8 : 2 m² pour 32 dm³ de sol et celle du 63-83 : 0,6 m² pour le même volume. De même, la longueur varie de 8,76 km à 1,74 km. On conçoit que de telles différences puissent avoir pour conséquence des comportements variétaux très divers.

g) SYNTHÈSE DES RÉSULTATS.

Quel que soit le caractère fragmentaire des résultats obtenus en 1969, l'ensemble permet de vérifier les observations faites en 1968 et d'orienter plus sûrement les recherches en ce domaine avec de grandes chances d'aboutir à un résultat intéressant.

1) Confirmation de l'effet du labour sur les caractéristiques physiques du sol et surtout sur l'enracinement des différentes variétés de riz pulvial.

Les réactions sont plus ou moins accusées suivant la variété, mais en général il y a :

allongement des racines principales ;
augmentation du nombre de racines principales ;
augmentation du degré de ramification ;
augmentation de la longueur totale pour un volume de sol donné ;
augmentation de la surface de contact sol-racine permettant de meilleurs échanges ;
augmentation des poids frais et secs.

Le tableau suivant permet de concrétiser l'intensité de l'action du labour sur les différentes caractéristiques de l'enracinement :

	63-83	Iguape	TN 1	IR 8
Poids humide	+++	++	++	++
Longueur des racines principales	+++	—	+++	+++
Diamètre des racines principales	—	+	+	++
Degré de ramification	—	+	++	+++
Longueur totale	+++	+	+	++

— : action nulle.
+ : action faible.
++ : action moyenne.
+++ : action très forte.

2) Des différences variétales très nettes sont apparues : elles peuvent constituer des caractéristiques importantes :

le degré de ramification ;
le diamètre de toutes les racines qui varie en fonction du degré de ramification ;
la surface de contact qui semble faire la synthèse de toutes les données ; mais à variété égale, la longueur totale la plus grande est toujours préférable et les deux résultats sont donc nécessaires.

Il apparaît, enfin, que le poids de racine ne peut être un critère de sélection, car il ne traduit pas le degré de ramification. La séparation entre les différentes catégories de racines donnerait déjà une meilleure idée du chevelu réel, mais toute étude sérieuse doit s'orienter délibérément vers l'étude des longueurs et des surfaces.

IV) CONCLUSION

Les parcelles de comportement mises en place en 1969 sur la station de Séfa en vue de comparer l'enracinement de plusieurs variétés de riz pluvial :

- ont confirmé l'importance du travail du sol sur cet enracinement ;
- ont mis en évidence des différences variétales très nettes et des nuances importantes dans la réaction au travail du sol ;
- ont été un excellent test méthodologique en mettant en évidence toutes les difficultés de réalisation et la nécessité de mesures rigoureuses ;
- ont confirmé l'intérêt des études précises sur l'enracinement du riz pluvial en tant que critère de sélection, en mettant l'accent sur l'importance du test de ramification mesuré par les longueurs et les surfaces.

La méthode de mesure des densités d'occupation racinaire par sondage étant insuffisante pour traduire les aspects qualitatifs de l'enracinement (qui se révèlent par ailleurs comme les plus réels) ne peut être retenue pour une telle étude. Seuls des prélèvements globaux en nombres suffisants peuvent permettre de déterminer avec précision des critères de sélection valable.

De même, les mesures de densité apparentes effectuées en année très pluvieuse (fréquence et intensité des pluies très élevées) ne rendent pas compte des plus-values très significatives enregistrées sur la végétation et les rendements du riz pluvial. Il apparaît donc nécessaire d'élargir cette notion quantitative de densité apparente par une étude qualitative.

L'étude est donc à reprendre en deux étapes :

1) Mise au point définitive de la méthode et choix de critères caractérisant parfaitement l'enracinement. Cette étude doit se faire sur des variétés très différentes permettant un grand éventail dans les types d'enracinement.

2) Application de la méthode et des critères à des hybrides (quatre types de plants) et à leurs deux parents (par exemple : croisement Iguape \times IR 8).

Il sera ainsi possible de suivre la transmission génétique des caractères morphologiques racinaires des parents aux descendants et isoler le facteur racine dans son importance sur le rendement.

BIBLIOGRAPHIE

- HÉNIN (S.), FÉODOROFF (A.), GRAS (R.), MONNIER (G.). Le profil cultural.
Société d'Éditions des Ingénieurs Agricoles, 320 p.
- MAERTENS (C.). Deux méthodes de détermination de la densité du sol en place. Leurs possibilités d'utilisation.
Document multigraphié, Station INRA, Toulouse 7.
- Influence des propriétés physiques du sol sur le développement racinaire et conséquences sur l'alimentation hydrique et azotée des cultures.
Sciences du sol, n° 2, premier semestre 1964.
- , STUDER (R.). Influence des propriétés physiques des sols sur le développement des systèmes racinaires des différentes cultures, répercussion sur le rendement.
C.R. Acad. Sc., 25 fév. 1963, p. 2016-8.
- PELERENTS (C.). Etude du système racinaire du riz de terre ferme en conditions naturelles.
Bulletin d'Information de l'INEAC, vol. VII, 5 oct. 1958.
- SCHURMAN (J.), GOEDEWAAGEN (M.A.J.). Methods for the examination of root systems and roots.
Centre for agricultural publications and documentation, Wageningen, 1964.

RESUME. — Des parcelles de comportement de riz pluvial ont été mises en place sur la station de Séfa, afin de comparer l'enracinement de quatre variétés en présence ou absence de travail du sol. La méthode de mesure des densités d'occupation racinaire, qui donne d'excellents résultats pour tester l'action du travail du sol, s'est avérée insuffisante pour traduire les aspects qualitatifs de l'enracinement (qui se révèlent, par ailleurs, comme les plus réels). On a donc eu recours à la méthode des prélèvements globaux.

Quel que soit le caractère fragmentaire des résultats obtenus, ils permettent cependant d'orienter plus sûrement les recherches en ce domaine avec de grandes chances d'aboutir à un résultat intéressant.

1) Confirmation de l'effet du labour sur l'enracinement des différentes variétés. Les réactions sont plus ou moins accusées mais, en général, il y a :

- allongement des racines principales,
- augmentation du nombre de racines principales,
- augmentation du degré de ramification,
- augmentation de la longueur totale pour un volume de sol donné,
- augmentation de la surface de contact sol-racine permettant de meilleurs échanges,
- augmentation des poids frais et secs.

2) Des différences variétales très nettes sont apparues : elles peuvent constituer des caractéristiques importantes :

- le degré de ramification,
- le diamètre de toutes les racines qui varie en fonction du degré de ramification,
- la surface de contact qui semble faire la synthèse de toutes les données ; mais, à variété égale, la longueur totale la plus grande est toujours préférable et les deux résultats sont donc nécessaires.

Il apparaît, enfin, que le poids de racine ne peut être un critère de sélection, car il ne traduit pas le degré de ramification. La séparation entre les différentes catégories de racines donnerait déjà une meilleure idée du chevelu réel, mais toute étude sérieuse doit s'orienter délibérément vers l'étude des longueurs et des surfaces.

L'étude est donc à reprendre en deux étapes :

1) Mise au point définitive de la méthode et choix de critères caractérisant parfaitement l'enracinement. Cette étude doit se faire sur des variétés très différentes permettant un grand éventail dans les types d'enracinement.

2) Application de la méthode et des critères à des hybrides et à leurs deux parents.

Il sera ainsi possible de suivre la transmission génétique des caractères morphologiques racinaires des parents aux descendants et isoler le facteur racinement dans son importance sur le rendement.

SUMMARY.—COMPARISON OF ROOTING IN FOUR UPLAND RICE VARIETIES WITH AND WITHOUT SOIL TILLAGE.

Behaviour trial plots have been established at Sefa to compare the rooting of four varieties of upland rice with and without soil tillage.

The method used to measure the root occupation density which gives good results to test the effect of soil tillage proves inadequate to show the qualitative aspects of rooting (which appear in other respects to be the most actual).

Whatever the fragmentary character of the results they permit to guide more certainly research in this field and the chances to achieve interesting results are numerous.

1) The effect of ploughing on the rooting of the different varieties is confirmed. The responses are more or less significant but generally there is found:

- an elongation of the main roots,
- an increase in the number of main roots,
- an increase in the degree of branching,
- an increase in overall length for a given soil volume,
- an increase in the contact surface soil-roots with a better exchange,
- an increase in green and dry weight.

2) Very markedly differences in the varieties appeared; they may include significant characteristics:

- the branching degree,
- the diameter of all the roots which vary according to the branching degree,
- the contact surface which seems synthetize all the data; but when the varieties are equal the highest overall length is always preferable and the two results are therefore required.

Lastly it seems that the root weight cannot be a selective criterion as it does not indicate the branching degree. Separated different root categories would give a better estimate of the actual root-hair but any serious study would be resolutely directed to the study of length and areas.

The study is therefore to be taken up again in two steps:

1) A definitive development of the method and the choice of criteria which will perfectly characterize rooting. This study should be conducted on very different varieties and therefore on a large range of rooting types.

2) Use of the method and criteria for hybrids and their two parents.

It would thus be possible to observe the genetic transmission of the morphological root characters from parents to progeny and to insolate the root factor as regards its effect on yield.

RESUMEN. — COMPARACION DEL ARRAIGAMIENTO DE CUATRO VARIEDADES DE ARROZ DE SECANO CON O SIN PREPARACION DEL SUELO.

Se han implantado en Sefa (Senegal) varias parcelas, para estudiar el arraigo de cuatro variedades de arroz, con o sin preparación del suelo.

El método que consiste en medir la densidad de las raíces suele dar buenos resultados cuando se trata de probar el efecto de la preparación del suelo. Sin embargo, dicho método ha resultado insuficiente para expresar los aspectos cuantitativos del arraigamiento, que son los más exactos, por lo cual se ha adoptado un método que consiste en tomar muestras globales de arroz.

A pesar del carácter fragmentario de los resultados obtenidos, estos permiten orientar mejor las investigaciones en este campo, esperándose la obtención de resultados interesantes.

1) Efecto del arado en el arraigamiento de las variedades estudiadas : se han observado reacciones más o menos marcadas, pero se ha notado lo siguiente :

- alargamiento de las raíces principales,
- aumento del número de raíces principales,
- aumento del « grado de ramificación »,
- aumento de la longitud total teniendo en cuenta un volumen de suelo determinado,
- aumento de la superficie de contacto suelo-raíz lo que hace más fáciles los intercambios,
- aumento del peso del producto fresco o seco.

2) Existencia de grandes diferencias entre las variedades, que pueden constituir características importantes :

- grado de ramificación,
- diámetro del conjunto de las raíces, que varía en relación con el grado de ramificación,
- superficie de contacto, que parece representar la síntesis de todos los datos. Sin embargo, entre variedades iguales, la mayor longitud total es preferible, por lo cual deben tomarse en consideración ambos factores.

Por último, el peso de las raíces no constituye un buen criterio de selección, ya que no permite darse cuenta del grado de ramificación. Sería posible tener una mejor idea de la importancia real de las raíces distinguiendo las diferentes categorías de raíces, pero toda experimentación seria debe orientarse hacia el estudio de las longitudes y superficies.

