

CARACTERISATION DE L'ENRACINEMENT DU RIZ PLUVIAL IN SITU AVEC LE PHOSPHORE-32

F.N. REYNIERS, Binh TRUONG,
J.F. BOIS*, E. BONNIN*, G. THOMIN
Institut de recherches agronomiques
tropicales,
Institut des savanes,
Bouaké, Côte-d'Ivoire

Abstract-Résumé

IN-SITU STUDY OF UPLAND RICE ROOT GROWTH USING PHOSPHORUS-32.

A technique for applying ^{32}P to the soil has been developed for in situ determination of the rooting depth of upland rice, for characterization of the vertical and lateral root profiles and for studying the relationship between, on the one hand, the absorption of ^{32}P and, on the other hand, the root density and the hydric potential of the soil. This technique has made it possible to describe the root distribution fairly accurately. The correlation between ^{32}P uptake and root density is weak and variable, being stronger with variations in hydric potential. These results are discussed from the point of view of selection for drought resistance.

CARACTERISATION DE L'ENRACINEMENT DU RIZ PLUVIAL IN SITU AVEC LE PHOSPHORE-32.

Une technique de placement du ^{32}P dans le sol a été mise au point pour la détermination in situ de la profondeur d'enracinement du riz pluvial, la caractérisation du profil racinaire, vertical et latéral, et l'étude des relations entre l'absorption du ^{32}P d'une part, la densité racinaire et le potentiel hydrique du sol d'autre part. Cette technique a permis de décrire assez finement la distribution racinaire. La corrélation entre l'absorption du ^{32}P et la densité racinaire est faible et variable, elle est plus forte avec les variations du potentiel hydrique. Ces résultats sont discutés dans l'optique de la sélection pour la tolérance à la sécheresse.

INTRODUCTION

La profondeur d'enracinement des variétés d'une même espèce conditionne en partie leur tolérance à la sécheresse.

Ainsi, pour le riz, les variétés pluviales sélectionnées naturellement dans les régions à pluviosité irrégulière ont une masse racinaire en profondeur plus importante que les variétés irriguées [1]. Bien que les deux types de riz diffèrent

* Office de la recherche scientifique et technique Outre-mer, Adiopodoumé, Côte-d'Ivoire.

par de nombreux caractères, l'enracinement profond en cas de sécheresse modérée explique en bonne partie le meilleur rendement du riz pluvial par rapport au riz irrigué [2].

En vue de la sélection variétale dans les régions où la riziculture pluviale est importante, il est nécessaire de disposer d'un outil simple pour évaluer l'enracinement.

La technique de placement d'un traceur radioactif semble la moins perturbatrice et la plus adaptée pour cribler un grand nombre de variétés in situ. Boggie et al. [3] ont décrit le système racinaire de différentes espèces en plaçant du ^{32}P à différentes profondeurs du sol et en mesurant la radioactivité des parties aériennes.

Pour le riz pluvial, après une mise au point méthodologique [4], cette technique a été appliquée in situ à 50 variétés pour déterminer la présence ou l'absence de racines à 1 m de profondeur [5]. Cette étude a révélé d'autres perspectives:

— Un grand nombre de variétés ont une réponse positive à cette profondeur, d'où la nécessité de mieux caractériser le profil racinaire pour obtenir un classement plus sélectif.

— Les quantités de ^{32}P absorbées sont très différentes entre variétés. Ainsi s'ouvre une possibilité de comparaison quantitative et d'établissement de liaisons avec d'autres paramètres comme la masse racinaire ou les variations du potentiel hydrique du sol, pour mieux appréhender la signification de cette absorption en particulier dans l'optique de la tolérance à la sécheresse.

Cette note concerne ces différents aspects.

1. MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

1.1. Généralités

Sol: Le sol de la station de Bouaké où sont réalisés les essais est très hétérogène, classé comme sol ferrallitique désaturé, remanié, gravillonnaire. Les moyennes des principales caractéristiques figurent au tableau I.

Etant donné la nature du traceur utilisé, le comportement du phosphore dans le sol a été étudié plus en détail. D'abord, par autoradiographie on a pu observer qu'il ne migre pratiquement pas quelle que soit l'humidité du sol. D'autre part l'étude de sa fixation par le sol et de sa réversibilité a montré que si le traceur est placé avec de l'entraîneur, sa disponibilité est comparable dans les différents horizons du profil.

Dans tous les essais, le riz est semé en poquets (15 × 30 cm) dans des

TABLEAU I. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU SOL

Caractéristiques	Horizon (cm)		
	0-20	20-80	80-100
Eléments grossiers (%)	20	80	30
Sable grossier (%)	45,6	41,6	63,2
Sable fin (%)	14,8	14,4	16,9
Sable très fin (%)	3,8	4,3	6,0
Limon (%)	7,7	5,5	5,2
Argile (%)	21,1	34,2	9,1
pH de l'eau	5,5	5,3	5,1
Capacité d'échange des cations (méq/100 g)	18,8	9,1	4,4
Saturation en cations (%)	50	24	30
P total (ppm)	260	119	68
Capacité maximale de fixation de P (ppm)	280	429	548
P fixé mais resté labile (%)	54	68	71
P disponible sur un apport de 800 ppm	698	690	660

Le dispositif expérimental en blocs de Fisher comprend en général six répétitions. Dans les parcelles élémentaires chaque profondeur est testée en six emplacements choisis au hasard et distants au minimum de 75 cm pour éviter les interférences.

1.2. Placement du ^{32}P et mesure de son absorption

Deux types d'appareil sont utilisés pour les marquage du sol correspondant aux deux phases de l'opération. Le premier est une tige d'acier de 14 mm de diamètre, terminée par une pointe ou par une mèche suivant qu'elle est enfoncée par percussion ou au moyen d'une perceuse électrique. L'autre appareil, dit de placement, est composé d'un conduit souple en Tygon terminé par une aiguille

forme de phosphate monopotassique (KH_2PO_4) comme entraîneur. La première phase du placement consiste à percer un trou jusqu'à la profondeur à tester, la

placements à 10, 20 et 40 cm de profondeur. Après les parties aériennes, les racines sont prélevées par quatre sondages verticaux (sondes de 6 cm de diamètre et 10 cm de longueur), un sous le pied central et trois autour; ces sondages sont regroupés en un échantillon de 1100 ml. Les racines sont ensuite déterrées, lavées, séchées et pesées [7].

1.6. Relation entre absorption du ^{32}P et variation du potentiel hydrique du sol

Les deux mesures sont effectuées sur trois variétés, Irat 13, Irat 9 et 63-83, au stade du remplissage du grain, et pour trois profondeurs, 40, 60 et 80 cm; elles sont répétées sur deux parcelles. L'absorption du ^{32}P est mesurée

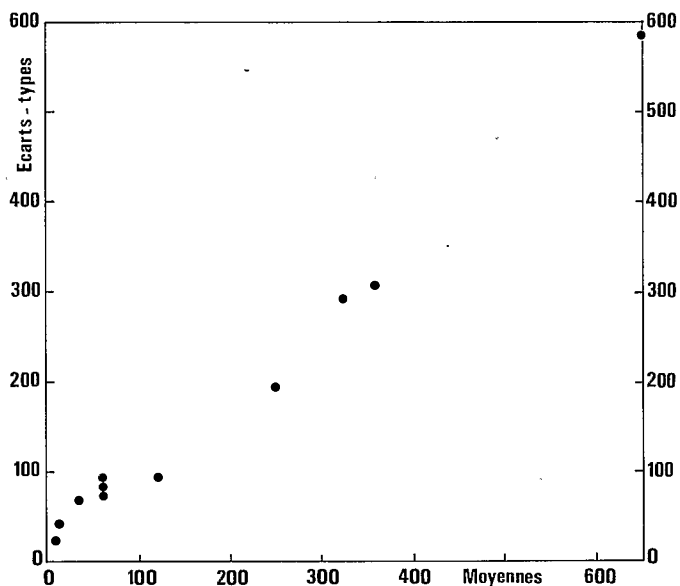


FIG. 1. Relation entre moyennes et écarts-types des mesures de radioactivité.

TABLEAU II. EFFET DE LA TRANSFORMATION EN LOG NORMAL SUR LA VARIATION DES ECARTS-TYPES, ET RADIOACTIVITE DES GRAINES DE 10 VARIETES (coups/100 s)

Variété	Sans transformation		Transformation en log normal	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
IRAT 13	658	681	6,49	1,60
Pratao	358	301	5,68	1,53
63-83	327	290	5,79	2,64
Lac 23	254	188	5,54	1,48
Moroberekan	66	97	4,19	2,41
Chianan 8	65	77	4,17	1,31
IRAT 9	63	88	4,14	1,57
IRAT 10	32	68	3,46	2,33
IAC 1246	11	43	2,38	2,43
Chun 139-12	8	24	2,06	2,34

TABLEAU III. CLASSEMENT DES VARIETES SUIVANT LEUR ABSORPTION DE ^{32}P A 60 ET 95 cm DE PROFONDEUR

Placement du traceur à 60 cm		Placement du traceur à 95 cm	
Variété	^{32}P absorbé (coups/100 s pour 10 graines)	Variété	^{32}P absorbé (coups/100 s pour 10 graines)
IRAT 13	658	Lac 23	121
Pratao	358	Pratao	86
63-83	327	63-83	29
Lac 23	254	IRAT 9	18
Moroberekan	66	IRAT 13	17
Chianan 8	65	Chun 139-12	12
IRAT 9	63	Moroberekan	10
IRAT 10	32	Chianan 8	9
IAC 1246	11	IAC 1246	2
Chun 139-12	8	IRAT 10	2

Les variétés reliées par un trait vertical ne sont pas significativement différentes (test de Duncan).

profil racinaire (certains plongeants et d'autres étalés). Il apparaît donc nécessaire de mieux caractériser chaque variété, ce qui est possible en tenant compte de l'absorption du ^{32}P par les plantes autour de la plante centrale, et en augmentant le nombre de répétitions.

2.3. Caractérisation du profil racinaire

Le profil racinaire des deux variétés est similaire (fig.2). La seule différence significative se situe à 10 cm de profondeur sur la totalité du ^{32}P absorbé (tableau IV). Les caractéristiques générales du profil sont une absorption importante dans les 20 premiers cm du sol. Latéralement, l'absorption diminue graduellement en s'éloignant du pied central et devient très faible à 30 cm.

A une même profondeur, les variations entre répétitions sont plus importantes pour chaque site (0, 15, 30 cm) que pour leur somme, comme s'il existait un effet de compensation dans l'absorption du traceur. Ainsi les coefficients de variation pour les sites varient de 63 à 175%, et pour l'absorption totale de 41 à 73%, suivant les traitements. Pour ce dernier mode d'évaluation et des essais similaires, le nombre d'emplacements nécessaires à tester est de 42 ou 11 pour

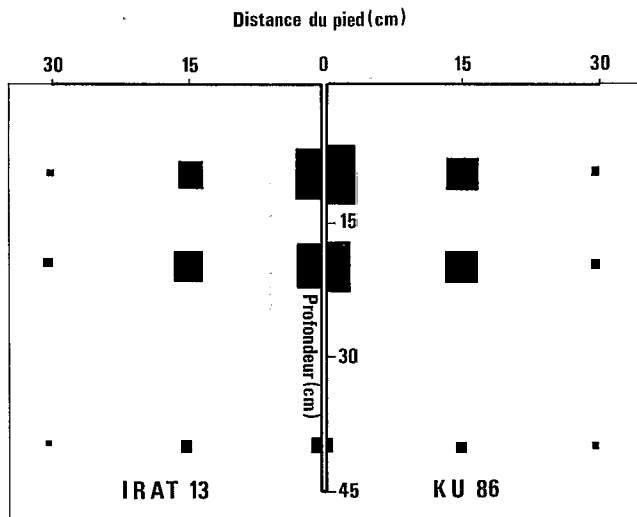


FIG.2. Répartition de l'enracinement d'un pied de riz in situ estimée par l'absorption du phosphore-32 pour deux variétés. La surface des carrés est proportionnelle aux quantités de phosphore-32 absorbées.

La similitude des profils des deux variétés pourrait provenir de leur stade précoce au moment des mesures et du fait que ce sont deux variétés pluviales. Elle ne signifie pas que la méthode ne permet pas de les mettre en évidence s'ils existent, comme les résultats sur les variétés le laissent supposer.

2.4. Relation entre absorption du ^{32}P et densité racinaire

Les deux paramètres d'évaluation racinaire n'évoluent pas de la même façon avec la profondeur (fig.3). L'absorption du ^{32}P donne une importance relative plus grande aux racines à 20 et 40 cm par rapport à l'horizon de surface.

Les coefficients de corrélation entre les logarithmes de l'absorption du ^{32}P et ceux de la densité racinaire sont significatifs pour chaque variété, toutes profondeurs confondues, mais ils sont variables par variété et par profondeur, et ne sont significatifs que pour Ku 86 à 10 et 20 cm (tableau V).

Une comparaison détaillée en fonction des profondeurs et des variétés laisse apparaître certaines divergences (tableaux IV et VI):

- Les différences entre profondeurs sont significatives entre 10, 20 et 40 cm pour la densité racinaire et seulement à 40 cm pour l'absorption du ^{32}P .
- Les différences entre variétés sont significatives à 40 cm pour la densité racinaire et à 10 cm pour l'absorption du ^{32}P .

TABLEAU IV. CARACTERISATION DU PROFIL RACINAIRE DE DEUX VARIETES, EN FONCTION DU ^{32}P ABSORBE

Coordonnées des placements (cm)		^{32}P absorbé (10^3 coups/40 s par plante) Variété		Différence entre variétés
Profondeur	Distance latérale	IRAT 13	Ku 86	
10	0	318	408	non significatif
	15	153	248	non significatif
	30	13	22	non significatif
	Total	574	830	significatif à 5%
20	0	263	283	non significatif
	10	164	207	non significatif
	30	20	25	non significatif
	Total	530	640	non significatif

Densité Racinaire (mg / 100g terre)

The table content is almost entirely obscured by black redaction bars. Only a few small white rectangular areas are visible, likely representing data points or labels within the table structure.

TABLEAU VII. RELATION ENTRE L'ABSORPTION DU ^{32}P ET LES VARIATIONS DU POTENTIEL HYDRIQUE DU SOL

Variété	Profondeur du placement (cm)	^{32}P absorbé (coups/100 s pour 10 graines)	Potentiel hydrique (mbar)		
			Jour du placement du ^{32}P	Jour du prélèvement des plantes	Variation
63-83	40	762	95	601	506
	60	464	157	297	140

La corrélation totale, pour les trois variétés et les trois profondeurs, entre l'absorption du ^{32}P et les variations du potentiel hydrique du sol est hautement significative: $r = 0,91$ avec $P = 0,01$. Kafkafi et al. [10] ont aussi trouvé une relation étroite entre l'absorption du ^{32}P et l'absorption de l'eau.

Par contre, les coefficients de corrélation par variété et par profondeur sont variables:

<i>Par variété</i>		<i>Par profondeur</i>	
63-83	$r = 0,565$	40 cm	$r = 0,732$
Irat 13	0,515	60 cm	0,817
Irat 9	0,126	80 cm	0,050

Le seuil de signification à $P = 0,05$ est de 0,811.

Il semble que la liaison à 40 et 60 cm est due aux effets des variétés et donc que l'absorption du traceur traduit l'activité des racines vis-à-vis de l'eau dans ces horizons.

La faible liaison à 80 cm peut être expliquée par les niveaux très bas d'absorption du ^{32}P et des variations de potentiel hydrique équivalentes à celles du témoin non cultivé. Ce résultat incite à ne pas descendre à une telle profondeur pour cribler les variétés.

CONCLUSION

La technique du placement du ^{32}P dans le sol permet de décrire, de façon assez détaillée, le profil racinaire du riz in situ; cette précision vient en partie du marquage ponctuel avec un volume réduit de solution de traceur. D'autre part, grâce à la simplicité des moyens mis en œuvre, on peut envisager de comparer assez finement un grand nombre de variétés.

Le degré de liaison entre l'absorption du ^{32}P et la densité racinaire est en général faible et varie avec les variétés et les profondeurs. Il semble donc qu'avec cette méthode on ne puisse pas évaluer les densités racinaires.

Par contre la corrélation est plus forte entre l'absorption du ^{32}P et la variation du potentiel hydrique du sol. Ce résultat encourageant incite à entreprendre des études complémentaires en vue de dégager un critère de sélection plus spécifique de la tolérance à la sécheresse.

REFERENCES

- [1] CHANG, T.T., LORESTO, C.C., TAGUMPAY, O., Agronomic and growth characteristics of upland and lowland rice varieties, in Rice Breeding, Int. Rice Research Institute, Los Baños, Philippines (1972) 645.

- [2] REYNIERS, F.N., KALMS, J.M., RIDDERS, J., Différences de comportement d'un riz pluvial et d'un riz irrigué en condition d'alimentation hydrique déficitaire, *Agron. Trop. (Paris)* 31 2 (1976) 179.
- [3] BOGGIE, R., HUNTER, R.F., KNIGHT, A.H., Studies of the root development of plants in the field using radioactive tracers, *J. Ecol.* 46 (1958) 621.
- [4] TRUONG, Binh, Utilisation de traceurs radioactifs pour l'étude de l'enracinement du riz pluvial en Côte-d'Ivoire, Rapport AIEA (Assistance technique) n° 1205 (1977).
- [5] REYNIERS, F.N., TRUONG, Binh, «Screening rainfed rice varieties for rooting depth by a ³²P absorption technique», *Rice in Africa (BUDDENHAGEN and PERSLEY, Eds)*, Academic Press, London (1978).
- [6] HAINNAUX, G., BONNIN, E., BOIS, J.F., REYNIERS, F.N., Essai d'utilisation de techniques radioisotopiques dans la détermination quantitative de masses racinaires sur le riz, Rapport interne IRAT-ORSTOM (1977).
- [7] BONZON, B., PICARD, D., Matériel et méthodes pour l'étude de la croissance et du développement en pleine terre des systèmes racinaires, *Cah. ORSTOM, Sér. Biol.* 9 (1969) 3.
- [8] QUENOUILLE, M.H., in *Introductory Statistics*, Pergamon Press, London (1966) 164.
- [9] MAERTENS, C., Influence des conditions du milieu sur l'absorption de l'eau et des éléments minéraux par les systèmes radiculaires de quelques graminées cultivées, Thèse de Doctorat ès Sciences, Toulouse (1970).
- [10] KAFKAFI, U., KARHI, Z., ALBASAL, N., ROODICK, J., «Root activity of dryland sorghum as measured by radiophosphorus uptake and water consumption», *Isotopes and Radiation in Soil-Plant Nutrition Studies (Proc. Symp. Ankara, 1965)*, IAEA, Vienna (1965) 481.

DISCUSSION

K. SIVAPALAN: Since rice is a hollow-stemmed plant, Rennie's injection technique could also be used here. Does the technique you have described offer particular advantages over Rennie's method?

F.N. REYNIERS: The placement method has technical advantages, for example its simplicity and speed make it better for sorting varieties. It is also more reliable with respect to root activity.

Reprint from

"ISOTOPES AND RADIATION
IN RESEARCH ON
SOIL-PLANT RELATIONSHIPS"

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY
VIENNA, 1979

22 SEP. 1980

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 10.092 Agr.