Agence Internationale de l'Energie Atomique
Direction de l'Assistance Technique

Projet SEN/5/017-06

MESURE DE L'ENRACINEMENT DU MIL ET DE L'ARACHIDE PAR MARQUAGE AU 32 P

RAPPORT AU GOUVERNEMENT SENEGALAIS

PAR TRUONG BINH

Expert de l'AIEA

Décembre 1988

AVANT PROPOS

Cette mission s'est effectuée dans le cadre du projet AIEA n° SEN/5/017-06, du 12 au 28 août 1988, à l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA).

Elle avait pour objet "la caractérisation de l'enracinement du mil et de l'arachide par l'utilisation du 32 P", selon les termes de référence.

je voudrais remercier très sincèrement la Direction et le Personnel de l'ISRA, pour l'accueil toujours très amical et le concours très efficace qu'ils ont apporté à la réalisation de cette mission.

RESUME

Nom de l'expert : TRUONG Binh

Titre du rapport : Mesure de l'enracinement du mil et de l'arachide par marquage au 32 P.

Date : décembre 1988

A la demande du Gouvernement du Sénégal, l'expert de l'AIEA a effectué une mission de deux semaines, du 12 au 28 août 1988, à l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole, dans le cadre du Projet SEN/5/017-06.

L'expert a réalisé, en collaboration avec les chercheurs et le personnel de l'ISRA, un programme de détermination de l'enracinement du mil et de l'arachide in situ, par marquage au 32P, à différentes profondeurs, dans le cadre d'une série d'expérimentations pluriannuelles sur les thèmes de la fertilisation organique et minérale, et de comparaison variétale.

Il estime que la technique de marquage au 32P est suffisamment souple et fiable pour être utilisée à plus grande échelle, comme diagnostic de l'enracinement des conditions de cultures les plus variées.

I - INTRODUCTION

L'enracinement est un critère d'appréciation important, non seulement pour comparer des variétés, mais aussi pour évaluer les effets des traitements agronomiques sur l'alimentation minérale et hydrique des plantes, et en voie de conséquence, sur les rendements.

De nombreux travaux (CHOPART, 1980) ont permis de caractériser l'enracinement des principales cultures au Sénégal. Cependant l'utilisation de ces techniques classiques par déterrage et tamisage demeure limitée, à cause des contraintes de mise en oeuvre et des perturbations imposées à la plante et au sol.

La technique par marquage au 32P, mise au point en 1976 en Côte d'Ivoire sur le riz (TRUONG Binh, 1977)et adaptée au mil et à l'arachide au Sénégal en 1980, semble plus souple et évite la destruction de la plante et du sol.

II - PROGRAMME DE TRAVAIL

Cette année l'ISRA souhaite déterminer l'enracinement du mil et de l'arachide, à différentes profondeurs, à travers une série d'expérimentations agronomiques aux champs dont les principaux thèmes sont les suivants :

- à NIORO : effets combinés d'une fumure minérale et d'un fumier de bovins,

- à THILMAKHA : effets d'une fumure organique, et effets combinés d'une fumure organo-minérale,

- à BAMBEY : effets d'un compost de biogaz,

- comparaison variétale d'arachide à Bambey.

III - PLACEMENT DU 32P

Les études de mise au point ont été décrites dans les rapports AIEA de 1977 et 1980.

3.1. Principe :

Il consiste à introduire ponctuellement l'élément

traceur dans le sol à différentes profondeurs et distances de la plante à étudier, et à mesurer la radioactivité dans les parties aériennes, sans détruire la plante ni perturber le sol.

Matériel de placement :

Deux types d'appareil sont utilisés, correspondant à deux phases de l'opération :

- avant-trous avec une tige d'acier trempé de 14 mm de diamètre, munie d'un manche et terminée par une pointe, elle est enfoncée dans le sol par simple pression ou par martelage,

- placement de la solution marquée au fond du trou par un tube en cuivre de 6 mm de diamètre, renfermant un conduit souple en Tygon, relié vers le haut, par un robinet de sécurité, à une pipette automatique contenant la solution marquée, et vers le bas à une aiguille hypodermique dépassant légèrement le tube en cuivre.

3.3. Solution marquée :

Deux cents mCi de 32P sous forme de H3PO4 ont été dilués dans 5 l contenant du KH2PO4 comme entraîneur pour éviter les fixations irréversibles par les sols, soit une concentration de 40 microcuries de 32P et 1 mg de 31P par ml.

3.4. Marquage du mil :

Compte tenu de l'expérience antérieure, 5 trous ont été pratiqués autour et à 10 cm du pied de mil, pour une profondeur donnée, placement de 2 ml de solution marquée dans chaque trou, reboucher soigneusement les trous avec la terre avoisinante.

3.5. Marquage de l'arachide :

Compte tenu du fait que l'arachide est planté en ligne, il s'avère plus judicieux de perforer 5 trous de part et d'autre de la ligne, sur 1 m linéaire, et à 10 cm de la ligne, soit 10 trous par 5 pieds d'arachide.

IV - CARACTERISTIQUES DES SOLS

	THILMAKHA		NIORO		BAMBEY
	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-35 cm	0-30 cm
Argile+limon %	3,3	4,9	10,9	13,5	8,9
C total %.	1,44	1,43	3,51	3,34	1,90
N total %.	0,13	0,13	0,32	0,30	0,30
Ca éch. méq.	0,59	0,70	0,93	1,03	0,52
Mg " "	0,21	0,22	0,31	0,32	0,34
K " "	0,11	0,07	0,06	0,05	0,04
Na " "	0,004	0,007	0,02	0,01	0,01
CEC " "	0,93	1,10	1,42	1,56	2,20
pH eau	5,8	5,5	5,2	5,3	5,2
pH KCl	4,7	4,3	4,3	4,3	3,9
P total ppm	70	70	115	112	42
P Olsen ppm	8	3	9	5	

V - NIORO

L'objectif de l'essai est d'étudier l'effet des fumures minérales et organiques sur l'alimentation hydrique et minérale du mil et de l'arachide.

C'est un nouvel essai, installé avec beaucoup de soins et d'études préalables pour caractériser le milieu.

1987 : année de culture d'homogénéisation

1988 : première année d'étude, avec labour et 4 traitements,

T0 : témoin sans fertilisation

T1 : fumure minérale : 150 kg/ha de 8-12-27 pour l'arachide
: 150 kg/ha de 10-21-21 et 50 kg d'urée pour le mil

T2 : fumure organique : 5 t/ha de fumier de bovins (matière sèche)

T3 : fumure minérale et organique (T1 et T2)

Chaque traitement est installé sur une bande de 8 x 80 = 640 m2. La rotation est biennal mil/arachide.

En 1988, 4 bandes sont plantées en mil variété Souna III écartement 1 x 1 m et 4 bandes en arachide variété 73-33, écartement 60 cm entre lignes et 15 cm sur la ligne.

Mesures :

- Paramètres de croissance et de peuplement des plantes,
- suivi hydrique par sonde neutronique et tensiomètres,
- suivi de solution du sol par capteurs de bougies poreuses,
- analyses de sol avant et après culture,
- analyses de plantes, feuilles, tiges, gaines , grains,
- enracinement, masse et profil racinaire.

Marquage au 32P :

Les deux traitements extrêmes TO et T3 sont retenus, aussi bien pour le mil que l'arachide.

Mil :

- chaque bande est divisée en 6 sous-parcelles de 8x13 m = 104 m2.
- dans chaque sous-parcelles, 12 pieds de mil sont choisis pour leur homogénéité,
- marquage à 80 - 100 - 130 - 160 cm de profondeur, soit 3 pieds par profondeurs et 18 répétitions au total,
- nombre de pieds marqués : 18 x 4 profondeurs x 2 traitements = 144 pieds,
- nombre de trous marqués : 144 x 5 = 720 trous
- volume de solution de 32P utilisé : 720 x 2 ml = 1140 ml
- marquage le 19 août 1988, 36 jours après le semis.

Arachide :

- chaque bande est divisée en 5 sous-parcelles de 8 x 16 m= 128 m2,
- dans chaque sous-parcelle, 15 pieds d'arachide sont choisis,

- marquage à 70 - 110 - 150 cm de profondeur, soit 5 pieds par profondeur et 25 répétitions au total,

- nombre de pieds marqués : 25 x 3 profondeurs x 2 traitements = 150 pieds,

- nombre de trous marqués : 150 x 2 = 300 trous,

- volume de solution de 32P utilisé : 300 x 2 ml = 600 ml

- marquage le 18 août 1988, 34 jours après le semis.

VI - THILMAKHA

Il s'agit d'un essai ancien, installé en 1983, pour étudier les effets des amendements calcaires, organiques et des fumures minérales sur les rendements de mil et d'arachide.

Le dispositif expérimental est un split-plot comprenant:

- Trois parcelles principales :

  A = 0t/ha de fumier de bovins, exprimé en poids de matière séche

  B = 2,5 t/ha de fumier de bovins , exprimé en poids de matière séche

  C = 5 t/ha de fumier de bovins, exprimé en poids de matière séche,

  apporté en 1983, 85 et 87.

- Quatre parcelles secondaires, correspondant à des doses de chaux la première année et des doses d'engrais complexes par la suite :

Parcelles secondaires	Arachide en 1983	Arachide en 1985 et 1987	Mil en 1984, 86, 88
1	0 kg de chaux + 150 kg de 6-24-12		
2	100 kg de chaux + 150 kg de 6-24-12	150 kg de 0-20-10	150 kg de 14-7-7 + 50 kg urée
3	200 kg de chaux + 150 kg de 6-24-12	150 kg de 6-20-10	150 kg de 14-7-7 +100 kg urée
4	300 kg de chaux + 150 kg de 6-24-12	150 kg de 8-18-27	150 kg de 10-21-21 +100 kg urée

- Six répétitions, soit 72 parcelles au total de 3,6 x 12 = 43,2 m2.

La rotation est biennale :

arachide variété 55-437 en 1983, 85 et 87
mil variété Souna III en 1984, 86 et 88.

Quantités totales de fertilisants reçus jusqu'en 1988

- Fumure organique, sur les parcelles principales :

A = 0 t/ha

B = 7,5 t/ha

C = 15 t/ha.

- Fumure minérale sur les parcelles secondaires, en kg/ha

traitements :	N	P2O5	K2O	CaO
1	9	36	18	0
2	141	127,5	79,5	75
3	228	127,5	79,5	150
4	216	184,5	193,5	225

Rendements des cultures en kg/ha de gousses pour l'arachide et de grain pour le mil.

Traitements fumier-engrais		1983 arachide	1984 mil	1985 arachide	1986 mil	1987 arachide
A	1	631	417	943	824	1 675
	2	675	397	916	760	1 651
	3	564	447	981	748	1 728
	4	609	467	881	734	1 859
B	1	680	378	965	960	1 994
	2	729	484	991	908	2 140
	3	698	417	987	914	2 080
	4	671	417	1 041	917	2 242
C	1	640	433	1 094	930	2 207
	2	671	436	1 068	971	2 032
	3	653	461	1 089	891	2 119
	4	640	458	978	1 002	2 266
Coeff.var. %			19,9	9,7	15,1	8,7
Effet fumier		NS	NS	S	S	S
	A	619	432	905 b	766 b	1 728 b
	B	694	424	996 a	925 a	2 114 a
	C	651	447	1 057 a	948 a	2 156 a
Effet engrais		NS	NS	NS	NS	S
	1	650	409	1 001	905	1 958 b
	2	691	439	992	880	1 941 b
	3	638	442	985	851	1 976 b
	4	640	447	967	884	2 123 a
Interaction		NS	NS	NS	NS	NS

Bilan minéral : en kg/ha

	N	P2O5	K2O	CaO	MgO
Mobilisation par l'arachide :					
3 cultures T1	242	51	153	187	68
T2	243	51	154	138	68
T3	241	50	153	137	68
T4	250	52	158	142	70
Mobilisation par le mil :					
2 cultures T1	44	19	90	23	21
T2	44	19	90	23	21
T3	43	18	89	22	21
T4	44	19	91	23	22
Mobilisation totale					
5 cultures T1	286	70	243	160	89
T2	287	70	244	161	89
T3	284	68	242	159	89
T4					
Bilan fumure - moblisation					
5 cultures T1	- 277	- 34	- 225	- 160	- 89
T2	- 146	57,5	- 164,5	- 86	- 89
T3	- 56	59,5	- 162,5	- 9	- 89
T4	- 78	113,5	- 55,5	70	- 92

Marquage au 32P :

- Trois traitements sont retenus :
  - A1 : témoin
  - C1 : fumier organique
  - C4 : fumure organique + minérale

- Dans chaque parcelle élémentaire, 8 pieds de mil sont choisis pour leur homogénéité,

- Marquage à 60-90-130-160 cm de profondeur, soit 2 pieds par profondeur et 12 répétitions,

- Nombre de pieds marqués : 12 x 4 profondeurs x 3 traitements = 144 pieds,

- Nombre de trous marqués : 144 x 5 = 720 trous

- Volume de solution de 32P utilisé : 720 x 2 ml = 1 440 ml,

- Marquage le 24 août 1988, 26 jours après le semis.

VII - BAMBEY

L'objectif de l'essai est d'évaluer la valeur agronomique d'un compost issu d'une cuve de biogaz, selon le procédé "TRANSPAILLE" de l'IRAT, installé depuis 1984.

Le dispositif expérimental est un split-plot comprenant :

- Trois parcelles principales :

  A : témoin sans compost,

  B : enfouissement de compost,

  C : enfouissement de compost plus irrigation de complément apport de 3 t/ha en 1984, 4 t/ha en 85, 86, 87, 88, exprimé en matière sèche.

- Quatre parcelles secondaires correspondant aux doses de fumure minérale :

  1 : sans engrais

  2 : 37,5 kg/ha de 10-10-20

  3 : 75 kg/ha "

  4 : 150 kg/ha " , dose vulgarisée,

  apport annuel depuis 1984.

- cinq répétitions, soit 60 parcelles de 7,20 x 7,20 = 51,8 m2

- deux séries cultivées alternativement en mil et arachide.

Marquage au 32P

La série mil variété Souna III a été retenue pour le marquage, sur les deux traitements A4 : fumure minérale seule,
B4 : fumure minérale et

- Dans chaque parcelle élémentaire 2 pieds de mil sont choisis,

- Marquage à 50 cm de profondeur, 2 x 5 = 10 répétitions,

- Nombre de pieds marqués 10 x 2 = 20 pieds,

- Nombre de trous marqués 20 x 6 = 120 trous,

- Volume de solution de 32P : 120 x 2 ml = 240 ml,

- Marquage le 26 août 1988, 28 jours après le semis.

VIII - COMPARAISON VARIETALE

L'essai consiste à comparer l'enracinement de 3 variétés d'arachide à 40 et 100 cm de profondeur, dans les champs de multiplication.

- Chaque champ correspondant à une variété, est divisé en 3 parcelles,

- Dans chaque parcelle, 10 pieds d'arachide sont choisis,

- Marquage à 40 et 100 cm de profondeur, soit 5 pieds par profondeur et 15 répétitions,

- Nombre de pieds marqués : 15 x 2 profondeurs x 3 variétés = 90 pieds,

- Nombre de trous marqués : 90 x 2 = 180 trous,

- Volume de solution de 32P utilisé : 180 x 2 = 360 ml,

- Marquage le 25 août 1988, 28 jours après le semis.

IX - MESURE DE LA RADIOACTIVITE

Trois prélèvements de feuilles sont prévus à 1, 2 et 3ème semaines après le marquage :

Mil : 1 bout de feuille de 10 cm environ sera prélevé sur la 3e feuille de chaque talle.

Mesurer également la hauteur de chaque talle pour estimer la masse végétale du pied.

Arachide : 1 trifoliole par rameau.

séchage à l'étuve à 65-70° C pendant 48 h, peser la matière sèche,

minéraliser au four à moufle à 550° C pendant 1 h et reprise dans l'acide chlorhydrique à 1 %,

prélever 20 ml de solution et mesurer directement la radioactivité à l'aide d'un compteur à scintillation liquide.

X - CONCLUSION

Le programme de marquage a été réalisé dans de bonnes conditions, 548 pieds de mil et d'arachide, 2 040 trous dont certains à 160 cm de profondeur, les sols étaient dans l'ensemble relativement meubles ce qui a facilité la préparation des trous.

L'exécution d'un tel programme dans des lieux très variés et éloignés et dans un temps limité, montre bien la souplesse de la technique utilisée.

Le nombre important de répétitions, 16 en moyenne, devrait permettre une analyse fine des effets des traitements.

BIBLIOGRAPHIE

CHOPART J-L, 1980 - Etude au champ des systèmes racinaires des principales cultures pluviales au Sénégal (arachide, mil, sorgho, riz, pluvial).
Thèse doctorat d'Université Toulouse, juin 1980.

TRUONG Binh, 1977 - Utilisation de traceurs radioactifs pour l'étude de l'enracinement du riz pluvial en Côte d'Ivoire.
Rapport AIEA n° 1205, février 1977.

TRUONG Binh,1980 - Utilisation des radioéléments pour l'étude de l'enracinement du mil et de l'arachide au Sénégal.
Rapport AIEA, septembre 1980.