

86/036

MINISTERE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

INSTITUT SENEGALAIS DE
RECHERCHES AGRICOLES.

DEPARTEMENT DE RECHERCHES
SUR LES PRODUCTIONS VEGETALES,

CN0101145
P342
NDI

RAPPORT D'ACTIVITE DE 1984
SYMBIOSE RHIZOBIUM -- NIEBE

PAR

MAMADOU NDIAYE
INGENIEUR DE RECHERCHES ISRA/CNRA/BAMBEY
AVEC LA COLLABORATION DE O. CISS, A. NIANE ET M. DIOP.

JUIN 1986.

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES
AGRONOMIQUES.

AVANT -- PROPOS

Au titre de l'hivernage 1984, nous avons procédé à une mise au point d'une méthode rapide et moins onéreuse que la méthode de réduction de l'acétylène (A.R.A) et permettant de sélectionner des variétés à haut potentiel fixateur d'azote lorsqu'elles sont cultivées dans un sol renfermant des souches de Rhizobium indigènes,

Dans un deuxième chapitre nous avons également étudié l'influence de la Eumure minérale (N, P et S) sur le système fixateur du niébé cultivé ou non en association avec le mil (Souma III).

Enfin dans un troisième chapitre, nous avons recherché des techniques culturales permettant de créer des conditions sub-optimales de la symbiose et d'avoir un bon rendement du niébé. /Ce travail a été réalisé dans le laboratoire de Rhizobiologie du CNRA de Bambey, avec la collaboration technique de O. CISS, A. NIANE et M. DIOP.

APERCU PLUVIOMETRIQUE

A BAMBAY : la pluviométrie moyenne sur 60 ans (1921-1980) est de 624 mm et décroît depuis 15 ans. Cette année, nous avons enregistré 333,10 mm de pluies réparties en 19 jours. Le semis a été effectué de 20 juin avec une bonne pluie de 68 mm.

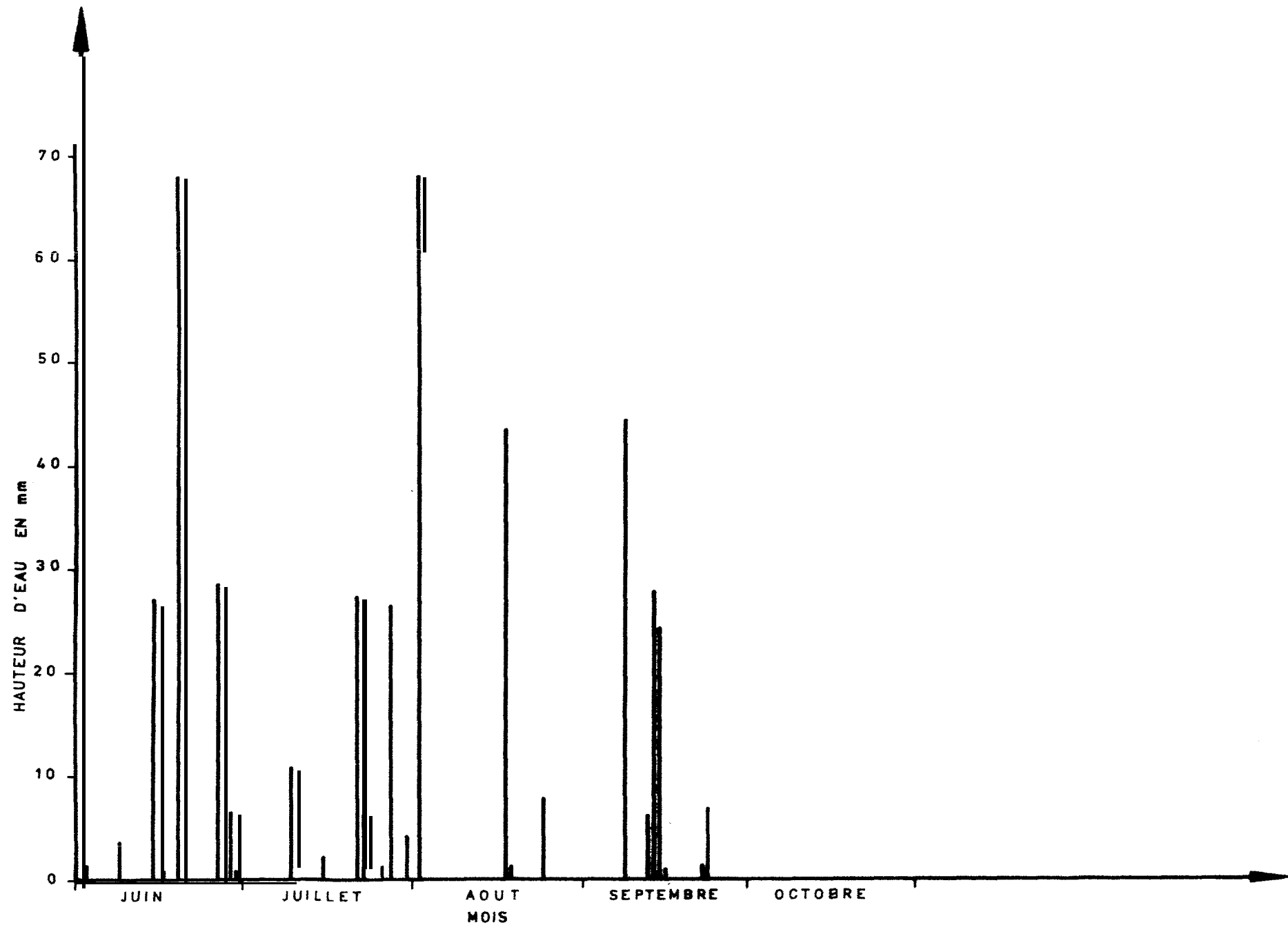
Le mois de Juin et Juillet ont été relativement, bien arrosés ; ce qui a permis un bon démarrage de la végétation, mais la sécheresse intervenue au mois d' Août surtout, a perturbé Les rendements que l'on espérait avoir.

A THIATHIA : (à 20 km au Nord de Bamby), l'hivernage a présenté la même phytionomie que celle de Bamby , cependant une pluviométrie inférieure à 194,7 mm a été enregistrée, mais avec une meilleure repartition : 24 jours de pluies.

h LOUGA : l'hivernage a été catastrophique. Le semis a été réalisé très tardivement début du mois d'Août , après une pluie de 60 mm suivie d'une période sans pluies s'étendant du début Août à la mi-Septembre. Cette situation n'a pas permis de récolter, même dans les parcelles d'essais.

PLUVIOMETRIE C.N.R.A. BAMBEY

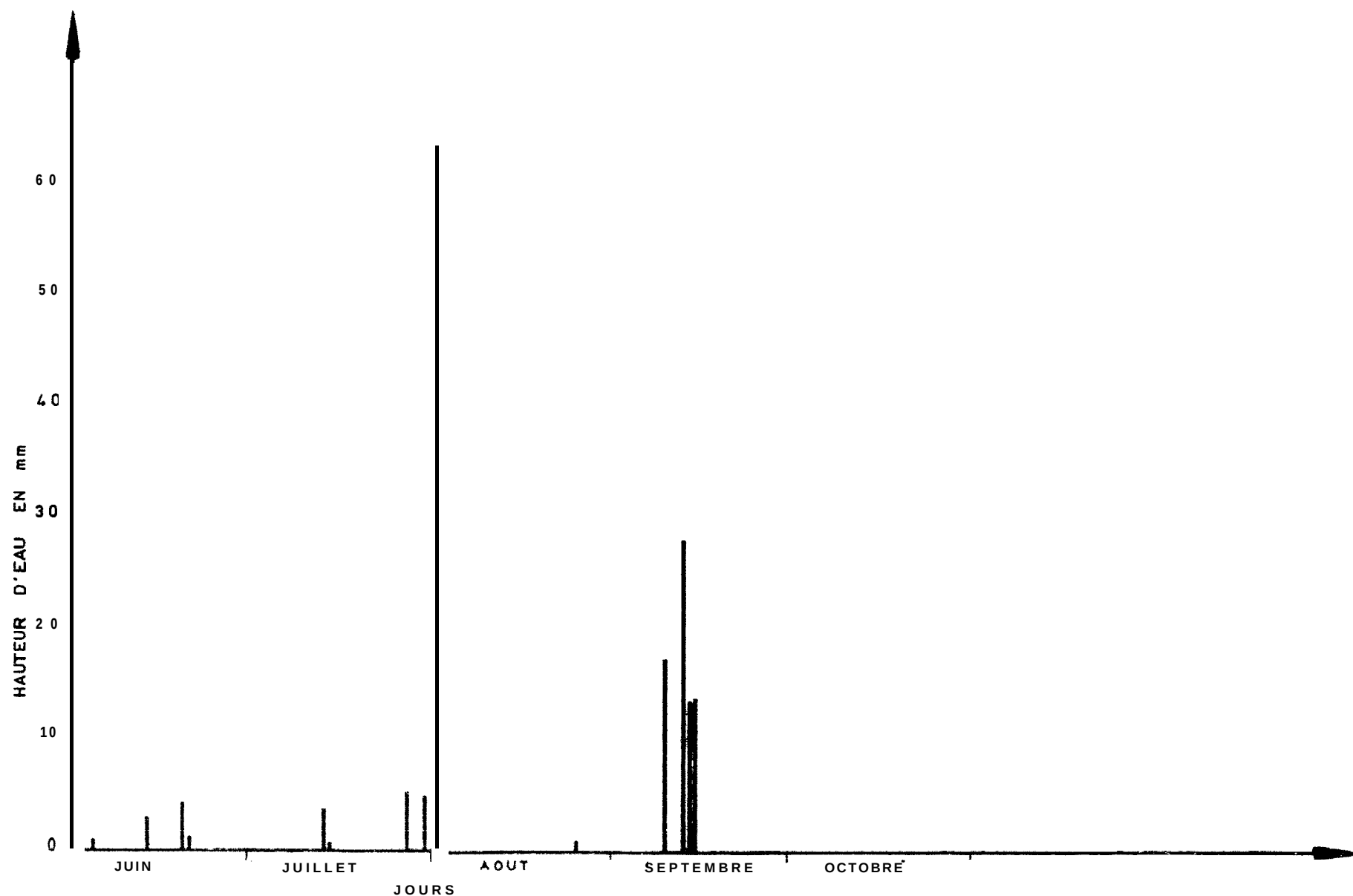
TOTAL 333,10 mm EN 19 JOURS



PLUVIOMETR@E **LOUGA 1984**

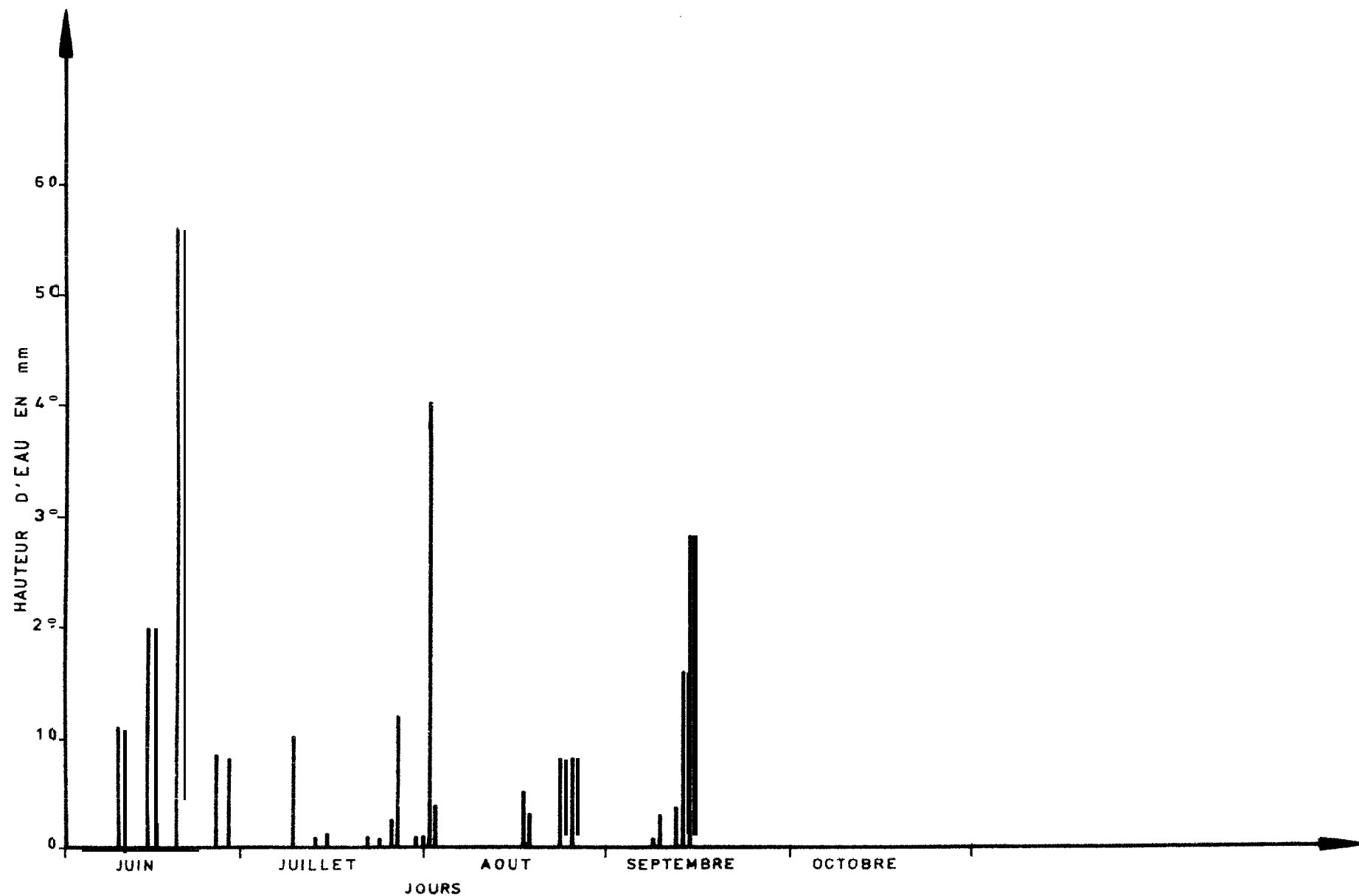
STATION **METEO** NATIONALE

TOTAL **148** mm **EN** 10 JOURS



PLUVIOMETRIE THIATHIAO

TOTAL 194,7 mm EN 24 JOURS



CHAPITRE I

MISE AU POINT D'UNE TECHNIQUE POUR LA SELECTION DE VARIETES
DE NIEBE A HAUT POTENTIEL FIXATEUR DE N_2

I. OBJECTIF DE L'EXPERIMENTATION

Le tri des variétés pour améliorer la fixation d'azote implique la mise au point d'un moyen rapide et approprié d'identification des génotypes à haut potentiel fixateur.

Jusqu'à présent, les méthodes de réduction de l'acétylène (A.R.A), de dilution isotopique d'azote 15 ou de comparaison d'immobilisation d'azote avec un témoin non fixateur sont utilisées pour estimer la fixation symbiotique de N_2 des légumineuses. Parmi ces méthodes, seule la méthode A.R.A est plus fréquemment employée pour le screening variétal au champ. Mais cette technique demande plusieurs répétitions, en plus, elle est destructive et nécessite l'emploi d'un chromatographe en phase gazeuse. La mise au point d'une autre méthode moins honéreuse et non destructive pour identifier des génotypes à fixation supérieure pourrait contribuer à l'amélioration variétale. Les uréides (allantoïne et acide allantoïque) sont les principales formes par lesquelles l'azote fixé est transporté des racines vers les parties aériennes où celui-ci est métabolisé.

L'objectif principal de cette expérimentation est de savoir si la détermination de la concentration des uréides dans les tiges et le xylem, en comparaison avec l'A.R.A, peut être utilisée pour faire le tri de variétés à haut potentiel fixateur au champ.

II. MATERIEL ET METHODES

21. Conditions générales de réalisation de l'essai

C'est un essai de type bloc de Fisher à 10 traitements et 4 répétitions. Les parcelles de 10 m x 4 m (40 m²) sont semées à la densité de 50 cm x 50 cm. Les blocs sont séparés de 2 m et les parcelles de 50 cm.

Chaque parcelle est singularisée par une variété. Dix (10) variétés : Mougne, Ndiambour, Rambey 21, 58-57, 58-185 (d'origine sénégalaise) et CB5, 1-2-1, 3-4-11 et 2-4-13 (d'origine américaine) sont utilisées.

Dans chaque parcelle, nous avons apporté 150 kg/ha de 6-20-1 0 après un labour en sec suivi d'un hersage et d'un nettoyage des parcelles.

Un semis manuel a été réalisé en apportant 2 graines par parcelle par poquet (mode de semis en milieu paysan).

Deux sarclage-binage au total ont été réalisés sur la culture.

22. Observation et récolte

En cours de cycle végétatif, en plus des observations physiques sur la nodulation (nombre et poids sec de nodosités) et sur la croissance (poids sec des parties aériennes), nous avons mesuré l'activité réductrice de l'acétylène (ARA) et déterminé la concentration des ureides dans les tiges et le xylem, aux 15e, 28e et 48e jours après semis.

À la récolte, une estimation des rendements a été effectuée en prélevant 3 lignes de chaque côté de la parcelle et 2 lignes à chaque extrémité : soit une surface de récolte de $8 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 12 \text{ m}^2$.

23. Préparation d'échantillons et analyses des ureides dans les tiges et le xylem

321. Collecte d'échantillons

Pour le xylem : on coupe à l'aide d'une lame de rasoir, les tiges des plantes au niveau du premier noeud. Immédiatement après, on nettoie la section avec de l'eau distillée stérile. Au bout de quelques minutes, apparaissent les premiers exudats que l'on rejette avant d'insérer un tuyau en plastique de 10 cm de long. On recueille ensuite les exudats obtenus dans le tuyau, au bout de 30 minutes, dans un flacon de 10 ml à l'aide d'une seringue propre.

Les échantillons ainsi obtenus sont conservés au réfrigérateur maintenu à 4°C jusqu'à l'analyse.

Pour les tiges : Les parties aériennes, obtenues lors de la collecte du xylem, sont séchées à l'étuve maintenue à 80°C pendant 48 heures et broyées très finement. Ensuite on pèse 0,5 g de poudre que l'on introduit dans un tube en pyrex de 20 ml pour l'extraction. L'extraction se fait en additionnant dans les tubes 10 ml d'eau distillée et on les met dans de l'eau bouillante pendant 10 minutes, puis on filtre sur du papier Whatman 40. Le filtrat ainsi obtenu est

232 - Détermination des uréides

Après avoir effectué des dilutions adéquates à partir du xylem ou du filtrat, on prélève 5 ml d'échantillon que l'on introduit dans un tube à essai en pyrex. Puis, on procède à une alcalinisation et à une hydrolyse à la chaleur, en additionnant 0,6 ml de Na OH 0,5 N et en mettant dans l'eau bouillante pendant 7 minutes. Les échantillons sont encore hydrolysés avec 0,6 ml de HCl 0,52 N, avant d'ajouter 0,6 ml de phénylhydrazine. Ensuite on place les tubes dans de l'eau bouillante pendant exactement 2 minutes, avant d'être placée dans un bac contenant de la glace finement broyée pendant 20 mn. Après ces opérations on ajoute 1,8 ml de HCl concentré à 37 % et 0,6 ml de ferricyanide de potassium.

Enfin, les tubes sont placés dans un bain-marie maintenu à 27°C pendant 20 mn; il se forme une coloration rose dont l'intensité est proportionnelle à la concentration d'uréides.

La densité optique de la coloration est lue à 525 mn et à l'aide d'un spectromètre (Bausch and Lomb spectronic 20) et la concentration déterminée par rapport à une solution standard d'allantoïne.

24 . Activité réductrice de l'acétylène

Cette méthode a été décrite dans nos précédents rapports.

III. RESULTATS

31. Nodulacion

Les résultats de nodulation obtenus en cours de cycle sont indiqués dans le tableau n°1. On observe que les variétés américaines ont tendance à former le maximum de nodosités dès le début du cycle et que parmi toutes les variétés testées, Mougne possède une nodulation (nombre et poids sec nodosités) inférieure aux 15e jour (à l'exception de 58 et 85 et 28e jour). On remarque également que d'une manière générale, les variétés d'origine américaine produisant une masse nodulaire importante, ce sont des variétés sénégalaises à l'exception de Williams qui est originaire d'Amérique du Nord.

2. C. Legumineuses

L'analyse statistique de la production de matière sèche de par la sa
rienne ne relève pas de différences significatives entre variétés (tableau N°1)

Estimation de la fixation symbiotique de N₂

331 Par la méthode de l'ARA

L'activité réductrice de l'acétylène (ARA) évolue de manière simi
laire pour l'ensemble des variétés : elle est faible en début de cycle e croît
jusqu'au 48e jour, sauf pour 1-2 1 et CB5 chez lesquelles elle décroît à partir
du 28e jour

Les variétés se différencient de manière significative (sauf au 15e
jour) et la comparaison des moyennes et le test de Newman et Keuls permet de les
classer en groupes différents (tableau n°2)

Tableau N° 1 : Tableau récapitulatif des résultats de nodulation et de production de matière sèche obtenus en
===== cours de cycle (moyennes de 4 répétitions) Bambeï 84.

Variétés	15 ^e jour			28 ^e jour			48 ^e jour		
	Nombre de nodules/po- quet	Poids sec des nodules/ mg par po- quet	Poids sec des parties aériennes po- quet/g.	Nombre de nodules/po- quet	Poids sec des nodules/ mg par po- quet	Poids sec des parties aériennes par poquet/g	Nombre de nodules/po- quet	Poids sec des nodules/ mg par po- quet	Poids sec des parties aériennes par poquet/g
Augne	15	0.0285	1.250	11	0.055	11.25	8	0.050	51.600
Diambou	20	0.0875	1.345	32	0.1055	14.32	16	0.105	41.150
Bambeï 21	10	0.1295	1.315	26.5	0.070	15.32	8	0.071	43.087
4-57	11	0.027	1.039	20.5	0.080	12.38	7	0.071	45.550
18-185	18	0.0405	1.250	16.5	0.0755	10.78	13	0.160	40.605
185	19.5	0.162	1.250	25.5	0.1065	12.18	3	0.017	38.701
2-1	30.5	0.056	1.525	29	0.1295	13.03	6	0.061	33.954
13-4	21.5	0.054	1.298	16.5	0.0835	15.36	8	0.075	27.57
4-11	30	0.045	1.542	38.5	0.145	10.82	5	0.029	26.67
4-13	15.5	0.0855	1.356	23	0.101	12.01	0.5	0.005	38.525

TABLEAU 2 : Activité réductrice d'acétylène (AKA) micromolles h^{-1} / poquet (2 Plantes).

VARIETES	15e JOUR	28e JOUR	48e JOUR	
Mougne	0,5	0,8 a	1,6 ab	NS = non significatif
Ndiambour	2,1	2,9 bc	7,9 c	
Bambey 21	1,1	1,2 ab	3,6 abc	S = Significatif
58-52	1,8	2,6 abc	5,1 abc	HS = hautement significatif.
58-185	1,1	1,4 abc	7,1 bc	
CE5	2,4	3,0 c	1,9 ab	
1-2-1	1,4	1,7 abc	1,2 a	
2-13-4	2,2	3,2 c	4,1 abc	
3-4-11	1,0	1,1 ab	3,3 abc	
3-4-13	1,5	2,1 abc	3,0 abc	
C.V	37,6 %	34,5 %	50, a %	
Signification	NS	HS	S	

Les chiffres portant la même lettre ne sont pas significativement, au test de Newman et Keuls à $p = 0,05$.

On peut remarquer que la variété Mougne possède une activité fixatrice d'azote plus faible au 28e jour, alors que les meilleures variétés sont Ndiambour et 58-185 au 48e jour et Ndiambour et CB5 et 2-13-4 au 28e jour.

332. Par détermination de la concentration des uréides dans les tiges

La variation saisonnière de cette concentration est similaire à l'évolution de l'ARA en cours de cycle : elle croît jusqu'au 48e jour pour l'ensemble des variétés.

Des différences variétales existent et on peut distinguer plusieurs groupes selon le test de classement de Newman et Keuls (tableau N°3). L'examen de ce tableau montre surtout les bonnes performances des variétés : Ndiambour, 58-185 et 2-13-4 durant les 28 premiers jours de cycle. Les autres variétés ne dépassent pas 10 mg de uréide par poquet de tige. Les variétés 58-52 et 3-4-13 ont des performances moyennes.

TABLEAU N° 4 : Concentration en uréides dans les tiges en micro moles d'uréides/kg de matière sèche.

VARIETES	5 ^e JOUR	28 ^e JOUR	48 ^e JOUR
Mougne	10,12 a	822,25 ab	2182,13 ab
Ndiambour	36,69 b	1992,38 c	4048,63 c
Bambcy 21	29,10 ab	948,75 a	2308,63 ab
58-57	69,58 c	1711 bc	3289 bc
58-185	21,51 ab	1113,63 ab	2340,25 ab
CB5	56,29 c	1109,13 bc	2055,63 ab
1-2-1	20,87 ab	1088,50 ab	1581,25 ab
2-13-4	62,62 c	1175,25 a	1454,75 a
3-4-11	20,87 ab	1057,75 a	1549,63 ab
3-4-13	27,83 ab	1057,50 a	1676,13 ab
C.V. en %	17,21	22,71	28,61
Signification	HS	HS	S

NS = non significatif

S = significatif

HS = hautement significatif

Les chiffres portant la même lettre ne sont significativement différents au test de Newman et Keuls à $p = 0,05$.

334 . Par la détermination dans la concentration d'uréides dans le xylem

Deux collectes de xylem ont été effectuées aux 15^e et 28^e Jours après semis. L'exploitation des données a permis de mettre en évidence un effet variétal significatif : (tableau N°4). En effet, on remarque que les concentrations les plus élevées d'uréides dans le xylem ont été observées et par ordre croissant, chez Ndiambour, CB5, 2-13-4 et 58-57 au 15^e jour ; ces variétés sont également les meilleures au 28^e jour. Ces résultats corroborent ceux déjà obtenus sur l'ARA et sur la concentration d'uréides dans les tiges.

Ce qui laisse augurer l'existence de liaisons entre ces 3 paramètres mesurés pour estimer la fixation d'azote du niébé.

TABLEAU N° 5 : Concentration d'uréide dans le xylème (général) : uréides/ml/d'exsudat

VARIETES	15e JOUR	28e JOUR
Mongne	7,59 a	10,12 a
Ndiambour	18,34 ab	25,30 b
Bambey 21	16,44 ab	7,91 a
58-57	37,32 c	20,87 ab
58-185	10,12 ab	7,91 a
CE5	24,98 bc	20,87 ab
1-2-1	16,44 ab	13,28 ab
2-13-4	29,93 c	10,75 a
3-4-11	10,44 ab	9,49 a
3-4-13	16,44 ab	9,49 a
C.V. %	31,84	40,03
Signification	NS	HS

Les chiffres affectés de la même lettre ne sont significativement différents au test de Newman et Keuls ii
p = 0,05

34. Comparaison de méthodes d'estimation de la fixation de N₂ du niébé

La similitude de classements des variétés à partir des trois méthodes utilisées pour estimer la fixation de N₂ nous a conduit à rechercher des liaisons entre elles.

Nous avons donc combiné Les 3 méthodes de la façon suivante :

1er prélèvement (15e j) 2ème prélèvement (28e j) 3ème prélèvement (48e j)

C.T - ARA

C.T - ARA

C.T - ARA

C.X - ARA

C.X - ARA

C.T - C.X

C.T - C.X

C.T = concentration d'uréides dans les tiges

C.X = concentration d'uréides dans Le xylem

ARA = Activité réductrice de l'Acétylène

Les liaisons qui existent entre ces méthodes sont appréciées par des coefficients de corrélations (Tableau N°5).

TABLEAU N° 5 : Coefficients de corrélation entre l'activité réductrice et la fixation de N₂.

DATES DE PRELEVEMENTS	COMBINAISSONS	COEFFICIENT DE CORRELATION	VALEURS CRITIQUES		SIGNIFICATION
			P = 0,05	P = 0,01	
1 ^{er} e JOUR	C.T. - ARA	0,796	0,632	0,756	H.S
	C.X. - ARA	0,757	"	"	S
	C/X. - C.T	0,971	"	"	H.S
28 ^e e JOUR	C.T. - ARA	0,700	"	"	S
	C.X. - ARA	0,686	"	"	S
	C.T. - C.X	0,967	"	"	H.S
48 ^e e JOUR	C.T. - ARA	0,695	"	"	S

L'analyse de ces coefficients révèle des corrélations, au moins significatives entre les méthodes basées sur le dosage d'uréides dans les tiges et dans le xylem et celle consistant à mesurer l'activité réductrice de l'analyse (graphiques N° 1, 2, 3, 4 et 5).

On note également des corrélations hautement significatives entre les deux méthodes de dosage d'uréides (graphiques N° 6 et 7)

35. Rendements:

Les résultats de rendements obtenus sont indiqués dans le tableau n°6.

TABLEAU N° 6 : Rendement en gousses, grains et pailles en kg/ha (moyennes de 4 répétitions).

VARIETES	RENDEMENTS GOUSSES kg/ha	RENDEMENTS GRAINS kg/ha	RENDEMENTS PAILLES kg/ha
Mougne	759 b	563 bc	2979 ab
Ndiambour	367 a	275 ab	2730 ab
Bambey 21	1000 bc	758 ca	2304 ab
58-57	359 a	279 ab	2698 ab
58-185	242 a	185 a	3083 b
CB5	1442 cd	1163 e	1388 ab
1-2-1	1187 bcd	963 de	1725 ab
2-13-4	1488 d	1187 e	1579 ab
3-4-11	1167 bcd	971 de	1592 ab
3-4-13	1179 bcd	975 de	1567 ab

Signification

Signification

10

S

L'examen de ce tableau révèle que les variétés à port érigé (variétés américaines : Lambey 21) ont donné des rendements en grains et en gousses nettement supérieurs à ceux obtenus par 58-185, 58-57 et Mougne (à port rampant). Par contre, pour la production de pailles on observe l'inverse.

IV. DISCUSSIONS - CONCLUSION

L'analyse des résultats obtenus sur la nodulation n'a pas permis de déceler des différences significatives entre variétés bien que l'on ait noté une infériorité de Mougne. Il faut en rechercher la cause dans les valeurs élevées des coefficients de variation qui indiquent une grosse variabilité des données. Cependant, la masse nodulaire la plus importante a été observée en début de cycle (15e et 28e jours après semis, chez les variétés d'origine américaine et Ndiambour. L'installation et le fonctionnement précoces du système fixateur peuvent entraîner une bonne vigueur de la plante qui lui permet de faire face aux conditions hostiles ultérieures (sécheresse par exemple) ; les bonnes performances réalisées par ces variétés peuvent s'expliquer par cet état de fait.

Les concentrations d'uréides dans les tiges et dans le xylem sont bien ^{/que} corrélées avec l'activité réductrice d'acétylène. Ce qui indique que ces deux méthodes peuvent être utilisées pour estimer la fixation à la place de l'ARA. En plus, ces deux premières méthodes sont très bien corrélées entre elles ($r = 0,941$ au 15e jour et $r = 0,967$ au 28e jour). Cependant, la méthode qui consiste à doser les uréides dans les tiges apparaît comme étant la technique rapide et plus fiable surtout dans des conditions de culture au champ, où en cas de sécheresse il est très difficile de collecter le xylem et de déterrer le maximum de système racinaire (pour ARA). Celle-ci permet également de traiter un très grand nombre d'échantillons et par conséquent de faire le tri d'un nombre important de variétés. Elle pourra donc être utilisée dans nos expérimentations ultérieures.

Cette année les variétés à port érigé ont produit des rendements en gousses et en grains supérieurs à ceux obtenus par 58-185 et 58-57 et Ndiambour qui ont été pénalisées par la sécheresse intervenant vers la fin d'hivernage.

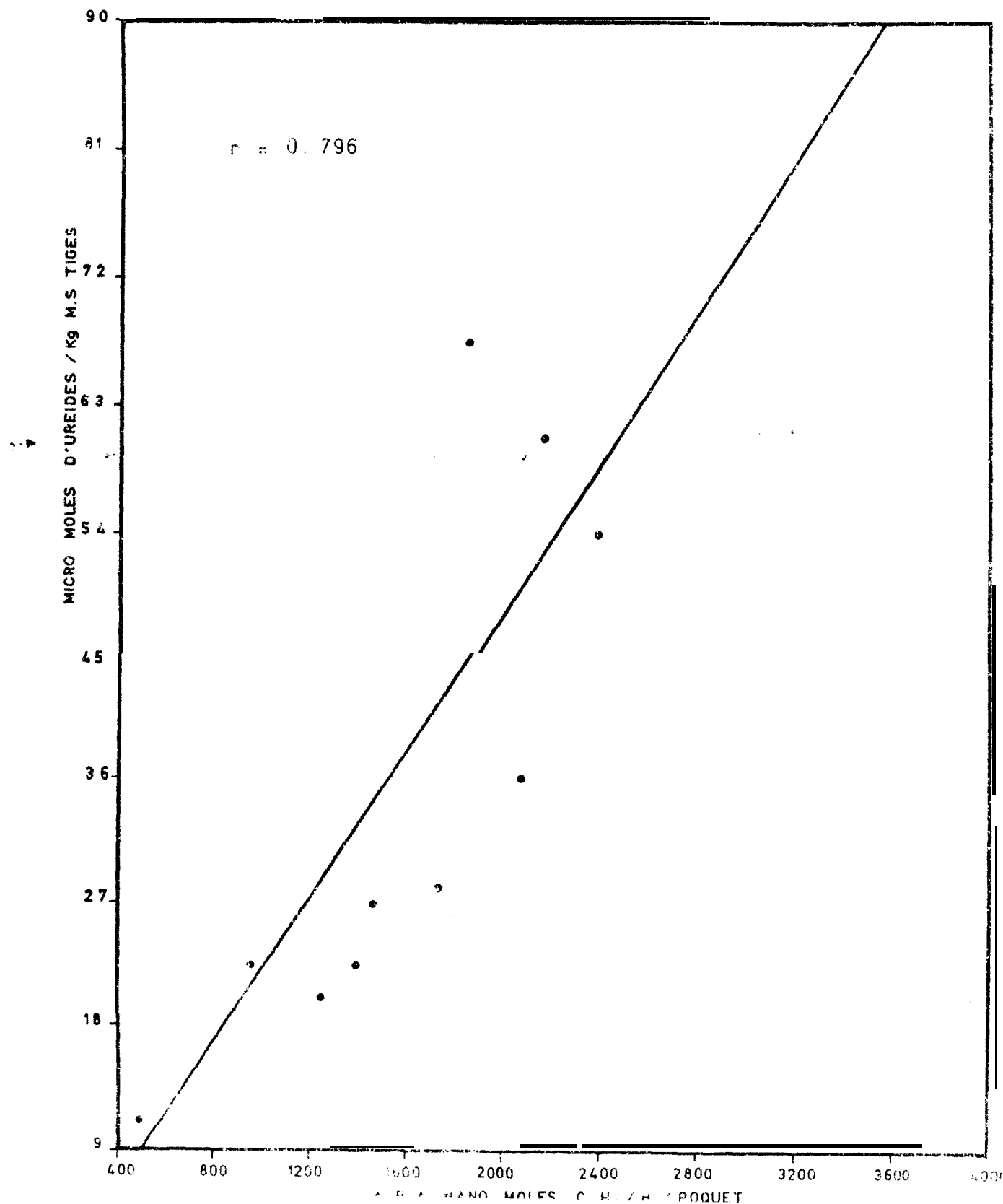
Les variétés à port érigé (variétés américaines) ont été pénalisées par la sécheresse intervenant vers la fin d'hivernage.

Les variétés à port rampant ou tardives ont surtout produit des pailles.

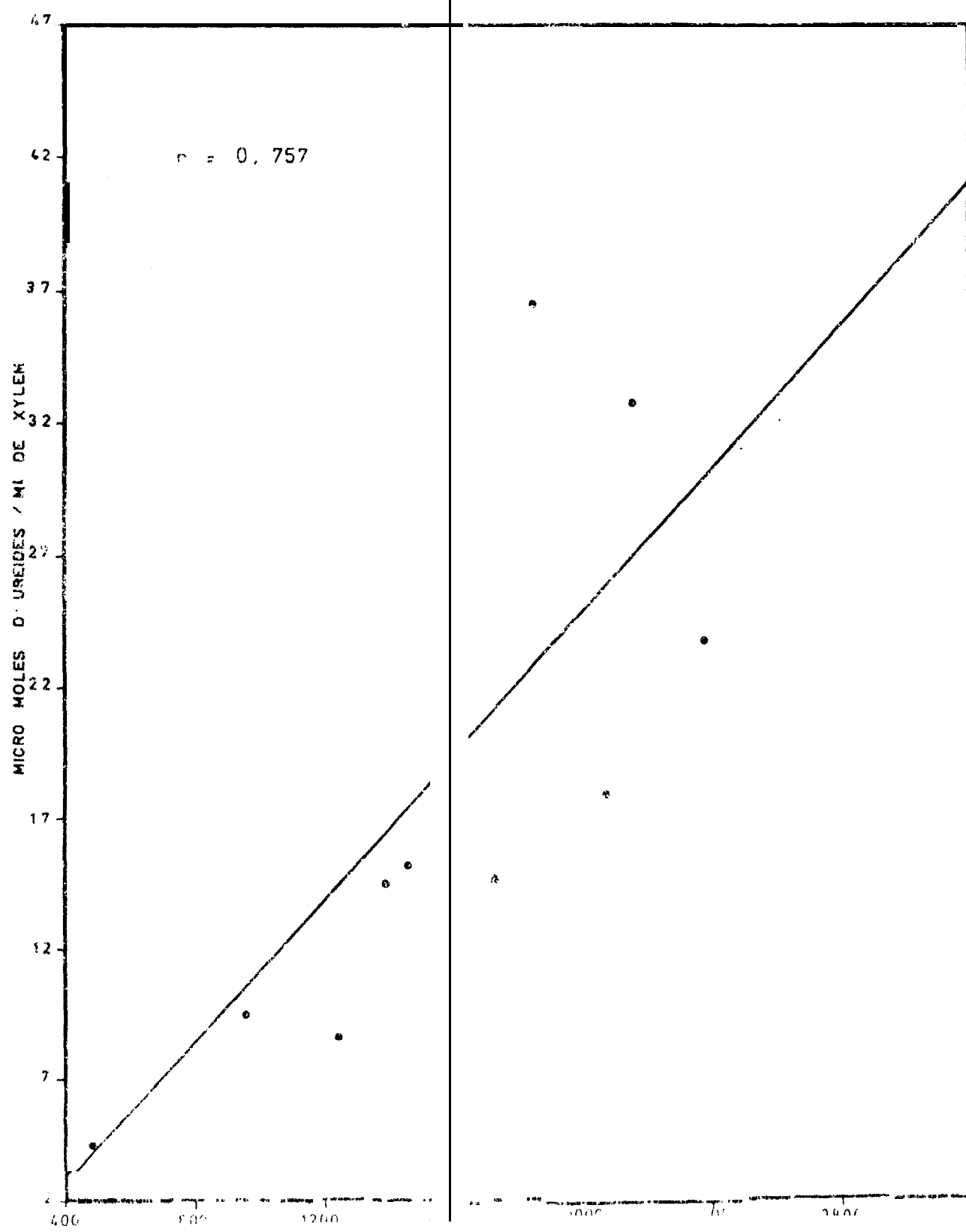
Ces différences de comportements entre ces groupes de variétés militent en faveur de la technique qui consiste à associer une variété hâtive avec une autre plus tardive. Ce qui permettrait d'assurer un rendement en cas de sécheresse de début ou de fin de cycle.

. Enfin, la variété Bambey 21, avec un rendement de 758 kg/ha de grains et 2304 kg/ha de pailles semble satisfaire deux aspects très importants : alimentation humaine et alimentation féragère.

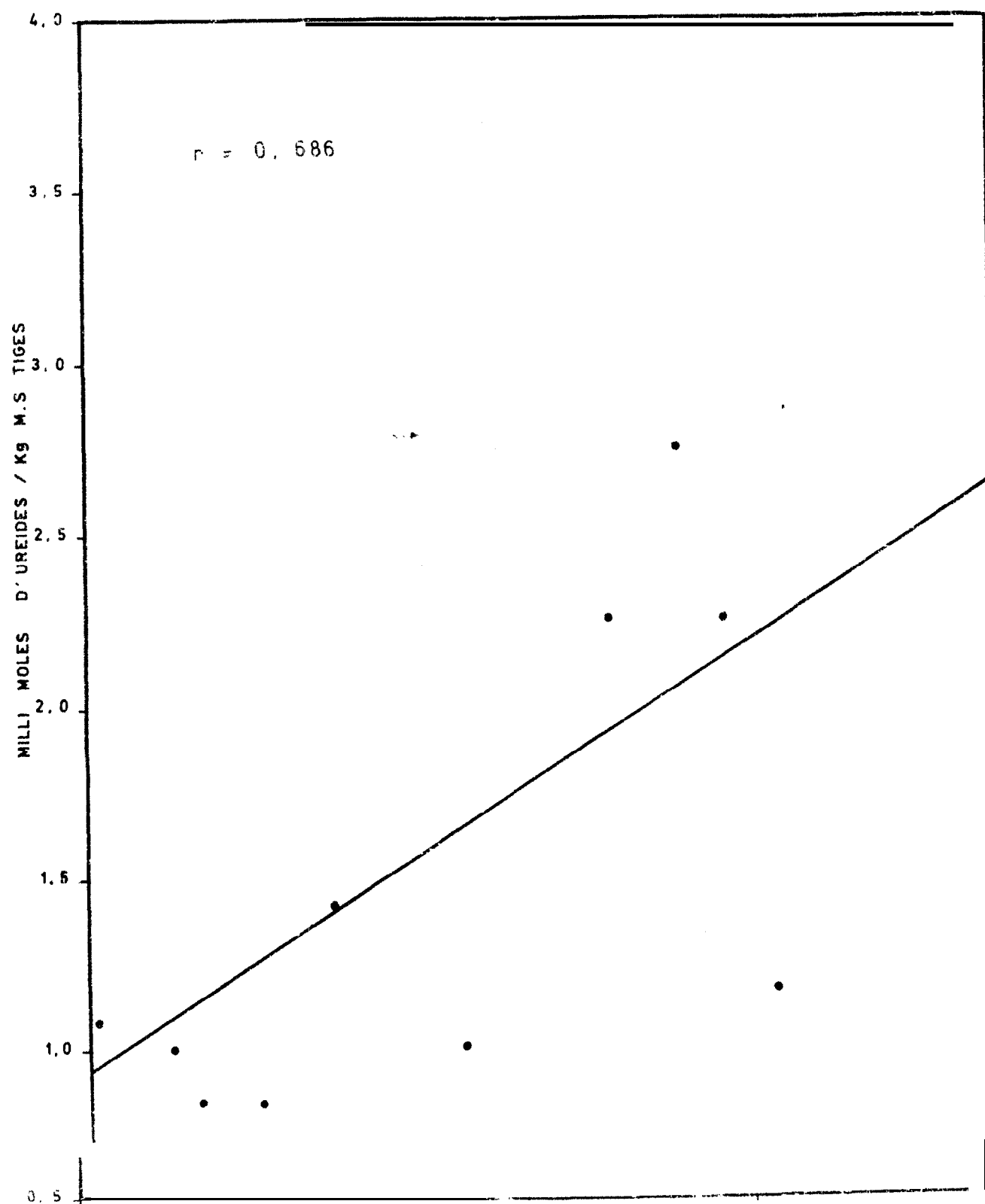
GRAPH. 1 . RELATION ENTRE LA CONCENTRATION
D' UREIDES DANS LES TIGES ET L'ACTIVITE REDUCTRICE
DE L'ACETYLENE AU 15" JOUR



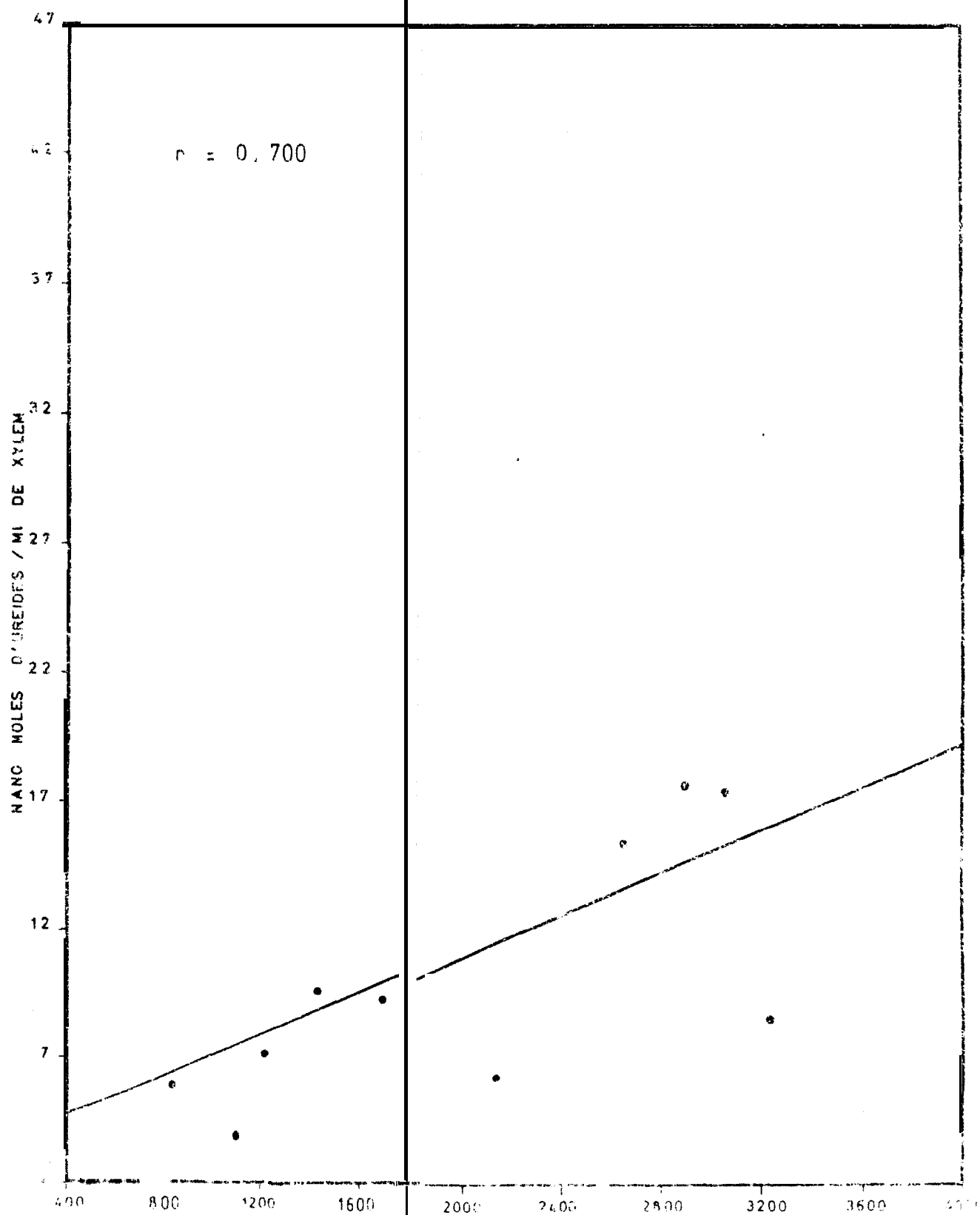
GRAPH 2. RELATION ENTRE LA CONCENTRATION
D'UREIDES DANS LE XYLEME ET L'ACTIVITE REDUCTRICE
DE L'ACETYLENE AU 15^e JOUR



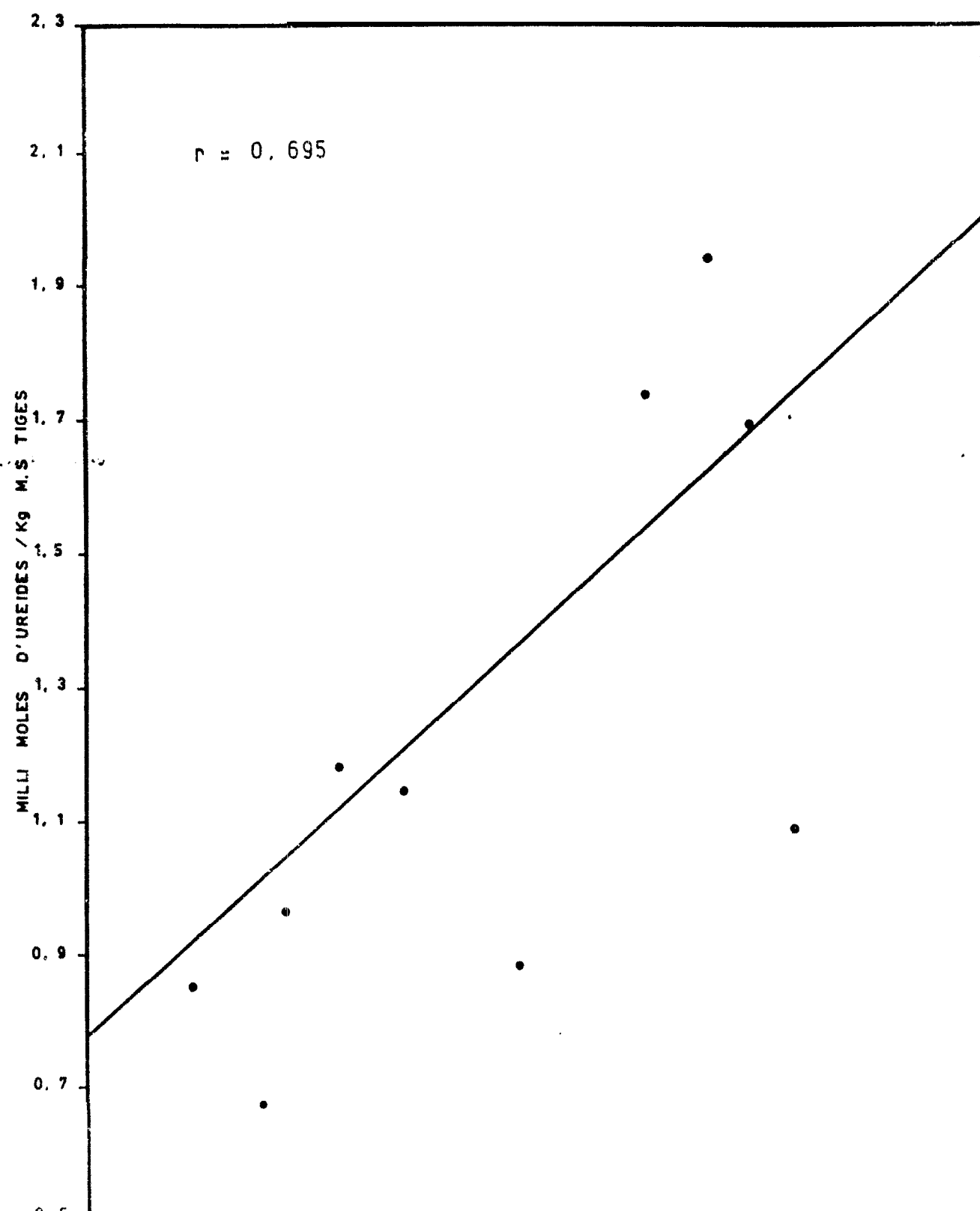
GRAPH 3 . **RELATION** ENTRE LA CONCENTRATION
D' UREIDES DANS LES TIGES ET L' ACTIVITE REDUCTRICE
D' ACETYLENE AU 28" JOUR



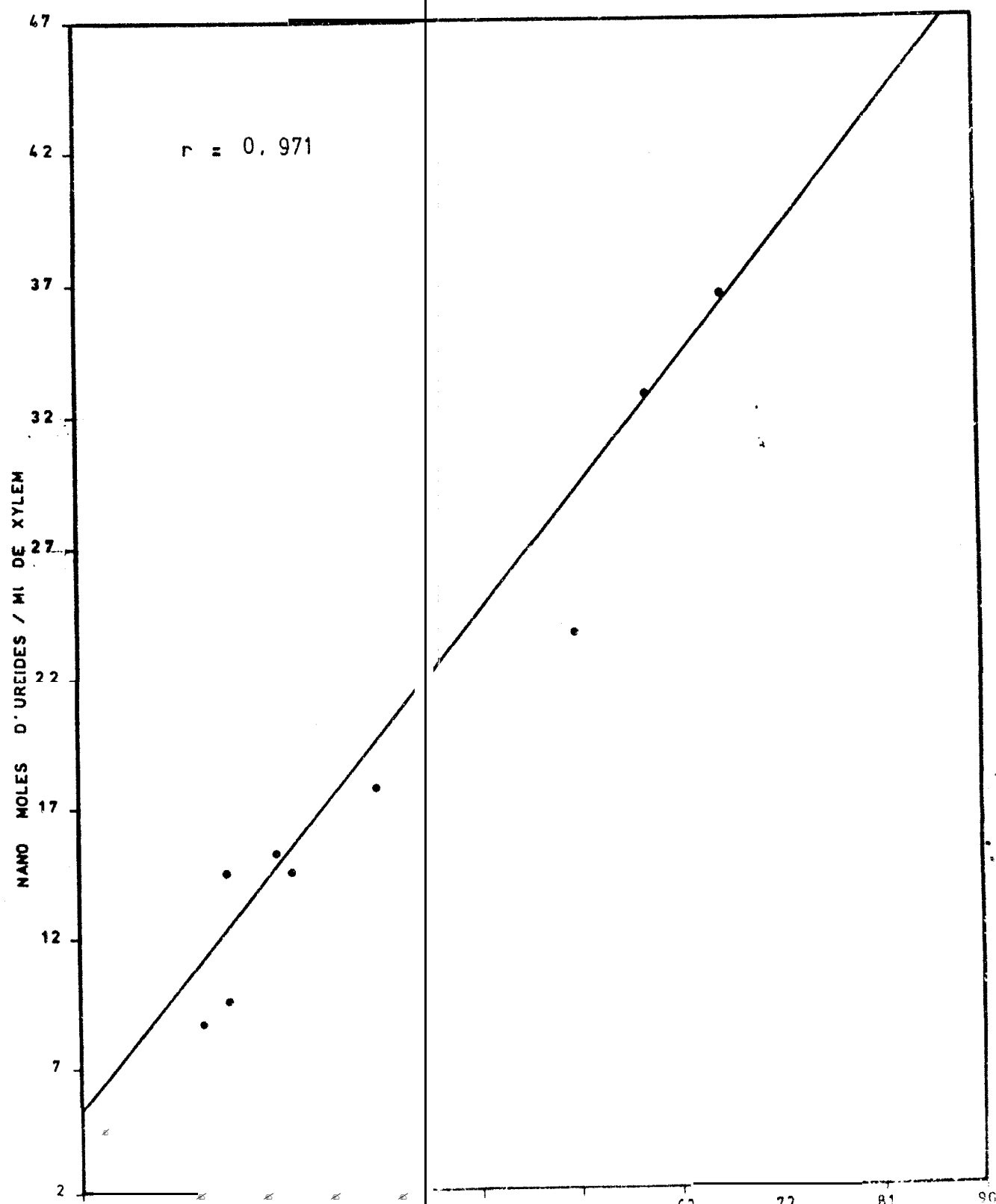
GRAPH 4 . RELATION ENTRE LA CONCENTRATION
D'UREIDES DANS LE XYLEM ET L'ACTIVITE REDUCTRICE
DE L'ACETYLENE AU 28^e JOUR



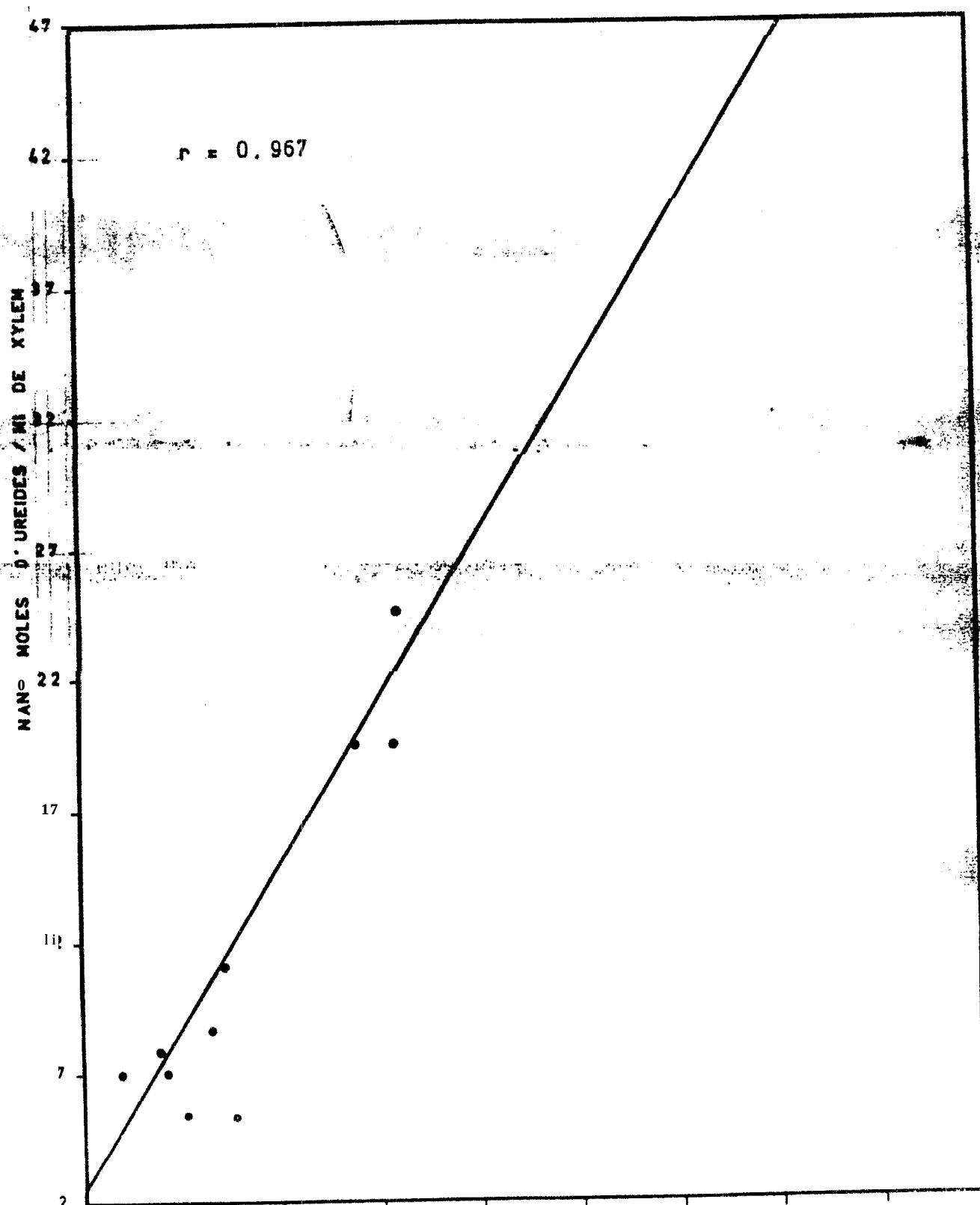
GRAPH. 5 . **RELATION** ENTRE LA CONCENTRATION
D'UREIDES DANS LES **TIGES** ET L'ACTIVITE REDUCTRICE
DE L' **ACETYLENE** AU **48" JOUR**



GRAPH. 6 . RELATION ENTRE, LA CONCENTRATION
 D' UREIDES DANS LE XYLEM ET CELLE DANS LES TIGES
 AU 15^e JOUR



GRAPH. 7. **RELATION** ENTRE LA **CONCENTRATION**
D'UREIDES DANS LE **XYLEM** ET CELLE DANS LES **TIGES**
AU **28^e JOUR**



CHAPITRE II

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA FUMURE MINERALE (N,P, S) ET DE
FACONS CULTURALES SUR LA NODULATION ET LA FIXATION DG NIEBE

DETERMINATION DE L'INFLUENCE DE LA FUMURE MINERALE ET DE FACONS CULTURALES SUR LA NODULATION ET LA FIXATION.

OBJECTIF DE L'EXPERIMENTATION

Il existe différents mécanismes de culture intercalaire susceptibles de permettre une utilisation plus ou moins efficace des ressources limitantes et ainsi augmenter le rendement. En particulier, lorsque la légumineuse et la non légumineuse sont cultivées en association, on peut obtenir les meilleurs rendements parce que l'on utilise principalement des ressources d'azote (N_2 et NO_3^-) dont une seule (NO_3^-) est limitée.

Dans le cadre d'une approche pluridisciplinaire l'objectif principal de cette expérimentation consiste à mettre au point de systèmes de culture et techniques culturales en milieu paysan. Dans ce présent rapport nous étudions l'influence de la fumure minérale et de l'association Mil/Niébé sur la nodulation et la fixation d'azote. D'autres aspects sont étudiés par les services de physiologie et de bioclimatologie,

II. MATERIEL ET METHODES

Les tests sont implantés dans des champs de paysans en collaboration avec la SODEVA (Société de Développement et de Vulgarisation Agricole).

Deux localités voisines sont retenues pour ces tests dans les environs de Bambey à Thiakhar et Thiathiaw.

Le dispositif expérimental comprend 16 parcelles randomisées qui sont de 10 m x 10 m et séparées par des allées de 2 m.

Les traitements sont indiqués dans le tableau N°1. Cependant nous nous sommes particulièrement intéressés aux traitements : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8. Les traitements 1, 2, 3, 4 et un traitement 100 N/kg (urée) sont également testés en stations. En cours de cycle nous avons effectué des observations sur la nodulation (nombre et poids sec de nodosités) et mesuré la fixation par la méthode de réduction de l'acétylène (ARA) et par celle qui consiste à déterminer la concentration des uréides dans le xylème et les tiges.

TABLEAU N°1 : Traitements de l'essai

Parcelle	Espèces et variétés	Type de culture	Ecartements parcelle utile	Fumure minérale (kg/ha)	Semis	Rotation
1*+	Niébé 58-47	Pure	60 x 60 cm	5-20-10 (150)	1ère Pluie	avec 11
2*+	Niébé 58-57	Pure	60 x 60 cm 6,0 x 6,0 m	0	Idem	avec 12
3*+	Niébé 58-57	Pure	60 x 60 cm 6,0 x 6,0 m	Phosphate r i calc (200)	Idem	avec 13
4*+	Niébé 58-57	Pure	60 x 60 cm	phosphogypse (50) phosphate tri calc 200	Idem	avec 14
5*+	Niébé 1.2.	Pure	45 x 45 cm	6-20-10 5,85 x 5,85	Idem	avec 8
6*+	Niébé IAR 48	Pure	60 x 60 cm 5,85 x 5,85	6 - 2 0 - 1 0 (150)	Idem	avec 15
7*	Niébé IAR 48	Pure	60 x 60 cm 6,0 x 6,0 m	0	Idem	avec 16
8"	Mil Souna III	Asso- ciée	180 x 90 cm 7,2 x 5,4 m	14-7-7 (150) urée (100)	mil 'semé en sec niébé semé 2ème pluie	avec 5
9	Mil Souna III	déro- bée	180 x 45 cm 7,2 x 5,4 m	14-7-7 (150)	Mil semé en sec niébé 45 à 60 jours après 1ère pluie	sur lui même
10	Mil souna III Niébé 66-16	déro- bée	180 x 45 cm	6-7-7 (150) urée (100)	Mil semé en sec Niébé 45 à 60 jours après 1ère pluie	sur lui même
11	Mil Souna III	Pure	90 x 90 cm 7,2 x 5,4 m	14-7-7 (150) urée (100)	semis en sec (15 juin)	avec 1
12	Mil Souna III	Pure	90 x 90 cm 7,2 x 5,4 m	Idem	Idem	avec: 2
13	Mil Souna III	Pure	90 x 90 cm 7,2 x 5,4 m	Idem	Idem	avec. 3
14	Mil Souna III	Pure	160 x 45 cm 7,2 x 5,4 m	Idem	Idem	avec 4
15	Mil Souna III	Pure	180 x 45 cm 7,2 x 5,4 m	Idem	Idem	avec 5
16	Mil Souna III	Pure	180 x 45 cm 7,2 x 5,4 m	Idem	Idem	avec 6

* Traitements testés en mil en paysan à Thiakhar et Thiethiav

* Traitements testés en rotations de Bamby et de Niéré.

III. RESULTATS

III.a Milieu paysan

Les résultats obtenus sur les différents paramètres analysés sont indiqués dans le tableau n°2.

31. Nodulation

La détermination du nombre et du poids sec de nodosités a été faite.

L'analyse des données obtenues met en évidence un effet traitement significatif. Lorsque le niébé et le mil sont cultivés en association on observe une diminution du nombre et du poids sec de nodosités. Par contre on obtient un effet favorable sur ces paramètres avec un apport d'azote starter sous forme de 6-20-10 à raison de 150 kg/ha (soit 9 unités N). On peut noter également que cet effet favorable est plus marqué chez les variétés à port érigé (tableau n°3).

TABLEAU N°3: Effets de l'azote starter de l'association et du facteur variétal sur la nodulation au 28^e jour après semis.

	58-57 + FV	58-57 + FV	58-57 + Mil	IAR 48 -FV	IAR 48 + FV	1-12-3 + FV
Poids sec de nodosités mg/poquet	37	47	11	36	68	62
Plus-values en mg	0	+10	-26	0	+32	+26
Plus-values en %	0	+27 %	-70%	0	+89 %	+72 %

F.V. = fumure minérale 6-20-10.

Par ailleurs le phosphore (phosphate tricalcique) et le soufre (phosphogypse) n'ont pas d'effet notable sur la nodulation.

32. Croissance végétative

La croissance est mesurée par la production de matière sèche des parties aériennes (P.A)

On observe aussi sur ce paramètre un effet favorable de l'azote starter ou une différence de comportements entre variétés. Mais, contrairement aux résultats obtenus sur la nodulation, l'apport d'azote starter provoque la croissance végétative

Tableau n° 2 : Récapitulation des résultats obtenus au 28e jour à Thiathiaw (environ de Bambey) 1984

F.V. = Fumure vulgarisée 150 kg/ha de 6-20-10 pour niébé et 14-7-7 pour mil.

+ = avec F.V.

- = sans F.V.

Traitements		Nombre de nodulules/poquet	Poids sec des nodu- les en mg/poquet	Poids sec des parties aériennes en g/poquet	Fixations nanno- les C_2H_4 /poquet au 28e jour
58-57 + F.V.	1	20	0,047	4,536	1 333
58-57 - F.V.	2	21	0,037	3,041	1 092
58-57 + P	3	17	0,038	2,761	734
58-57 + P + S	4	18	0,045	3,839	794
1-12-3 + F.V.	5	30	0,062	4,018	1 232
IAR 48 + F.V.	6	19	0,068	5,573	1 873
IAR 48 -- F.V.	7	17	0,036	3,265	1 060
58-57 + Mil + F.V.	8	9	0,011	5,660	483

TABLEAU N°4 : Influence de l'azote starter, de l'association et du facteur variétal sur la croissance au 28^e jour après semis.

	58-57 - F.V	58-57 + F.V	58-57 + Mil
Poids sec des P.A en g/poquet	3,04	4,56	5,66
Plus values g/poquet	0	+1,52	+2,62
Plus value en %	0	+50 %	+86 %

IAR 48 - F.V	IAR 48 + F.V	1-12-3 + F.V
3,26	5,57	4,02
0	+2,31	0,76
0	+71 %	+23 %

F.V. = Fumure minérale 6-20-10

Mil = Souma III (90 jours>.

L'application du phosphate tricalcique n'affecte pas la croissance. Par contre l'apport de phosphogypse induit une plus value de +1,078 g (soit +39 %) par rapport au traitement P (phosphate tricalcique).

33. Estimation de fixation d'azote

Activité réductrice de l'acétylène (A.R.A)

Les **résultats** obtenus au 28^e jour après semis sont indiqués dans le tableau n°5 : leur analyse **statistique** ne révèle pas de différence significative entre les traitements. Cependant les **tendances** que l'on observe corroborent les **résultats** obtenus sur la nodulation.

TABLEAU N°5 Influence de N starter, de l'association et du facteur variétal sur l'activité réductrice de l'acétylène (A.R.A. - nanomoles de C_2H_4 /Heure/poquet) au 28^e jour.

	58-57 - F.V.	58-57 +F.V.	58-57 +Mil	I Ai: 48 -F.V.	IAR 4 8 +F.V.	i-12-3 +F.V.
A.R.A nanomoles C_2H_4 /h/poquet	1092	1323	483	1060	1873	1232
Plus-values C_2H_4 /h/poquet	0	+231	-609	0	+813	+172
Plus-values en %	0	+21 %	-56 %	0	+77 %	+16 %

III.b En stations de Bambey et Nioro

Les principaux résultats obtenus sont répertoriés dans les tableaux 6 et 7. Ils montrent, d'une manière générale, que la nodulation et la fixation sont plus importants à Bambey qu'à Nioro, ce qui indique que les souches de Rhizobium présentes dans le sol de Bambey (Station) sont plus effectives et efficaces que celles présentes dans le sol de Nioro.

En effet, on obtient 9 nodosités et 0,0848 mg à Nioro et 33 nodosités et 0,238 mg à Bambey respectivement pour le nombre et le poids sec de nodosités/poquet. De même l'activité réductrice de l'acétylène varie de 2434 à 9752 nanomoles de C_2H_4 /h/poquet respectivement à Nioro et Bambey.

Dans l'essai de Nioro (station), on note des différences significatives entre traitements dues à l'effet inhibiteur de l'azote minéral apporté à la dose de 100 unités N sous forme d'urée, alors qu'il n'apparaît d'effet traitement significatif dans l'essai de Bambey, bien que P 60 ait amélioré l'ARA de +43 % par rapport au témoin No Po Ko.

Enfin, le phosphate tricalcique (P 60) et le phosphogypse (P 60 Si2) /bien n'ont pas d'effet significatif sur la fixation et la nodulation aussi à Bambey qu'à Nioro.

TABLEAU N°6 : Etude de l'influence de la fumure N, P, S sur la nodulation et la fixation d'azote du niébé (58-57) à Bambey - 1984.

Traitement	Nombre de nodosités / poquet	Poids sec des nodosités mg/poquet	Poids sec des parties aériennes g/poquet	Activité réductrice de l'acétylène nanomoles C_2H_4 /h/poquet
Sans fumure	10 b	0,108 b	56,73 a	3451 a
N ₉ P ₃₀ K ₁₅	12 b	0,109 b	51,81 a	1873 a
P ₆₀	12 b	0,112 b	56,96 a	3134 a
P ₆₀ S ₁₂	9 b	0,082 b	77,41 a	1332 a
N ₁₀₀	2 a	0,014 a	82,18 a	2381 a
C.V. %	37,57 %	50,59 %	32,14 %	106,68 %
Signification	H.S	S	N.S	N.S

TABLEAU N°7 : Etude de l'influence de la fumure N, P, S sur la nodulation et la fixation d'azote du niébé (58-57) à Bambey - 1984.

Traitement	Nombre de nodosités / poquet	Poids sec des nodosités mg/poquet	Poids sec des parties aériennes g/poquet	Activité réductrice de l'acétylène nanomoles C_2H_4 /h/poquet
Sans fumure	41 a	0,286 a	68,64 b	10012 aa
N ₉ P ₃₀ K ₁₅	41 b	0,33 a	61,39 ab	9211 aa
P ₆₀	27 a	0,18 a	62,69 ab	14284 a
P ₆₀ S ₁₂	38 a	0,26 a	55,05 a	9837 a
N ₁₀₀	15 a	0,10 a	94,70 c	5296 a
C.V. %	52,96 %	62,3 %	15,55 %	46,58 %
Signification	N.S	N.	H.S	N.S

Les chiffres portant la même lettre ne sont pas significativement au test de Newman-Kuels à P=0,05.

IV) DISCUSSIONS - CONCLUSION

Un apport d'azote "starter" sous forme de 6-20-10, au semis, à raison de 150 kg/ha (9 unités N), augmente le poids sec de nodosités et l'activité fixatrice $\frac{1}{2} \frac{C}{H} \frac{1}{4}$. Cet effet favorable peut s'expliquer par une vigueur végétative de la plante qui bénéficie, en début de cycle, de l'azote starter avant l'installation et le fonctionnement, du système fixateur. Mais dès que l'on apporte des quantités plus importantes, cas de l'association, 150 kg/ha de 14-7-7 auxquels s'ajoutent 100 kg d'urée fractionnés, le système fixateur est inhibé (diminution de la nodulation et de l'activité fixatrice de N_2). Dans ce cas le niébé s'alimente essentiellement à partir de l'azote minéral et par conséquent entre en concurrence avec le mil pour cette source d'azote.

L'efficacité de l'utilisation de cet azote "starter" dépend des caractéristiques génétiques de la variété de niébé : elle est plus marquée avec IAR 48 qu'avec 58-57 et 1-12-3. Les interactions qui existent entre le niébé et la céréale (mil) cultivés en association, en dérobée ou en double mériteraient d'être étudiées de manière plus approfondie dans le cadre d'une rotation, compte tenu de la pratique en milieu paysan de ces différents systèmes de culture à base de niébé.

Enfin, dans le cadre de cette expérimentation l'application du phosphate tricalcique et du phosphogypse n'induit ^{pas} d'effets favorables sur la nodulation et la fixation, mais son effet à long terme pourrait être bénéfique compte tenu des caractéristiques de cet engrais (solubilité) et l'importance du phosphore dans le mécanisme de fixation.

CHAPITRE III

ETUDE DE L'INCIDENCE DE TECHNIQUES CULTURALES
SUR LA NODULATION, LA FIXATION ET LE RENDEMENT DU NIEBE.

1 . OBJECTIFS DE L'EXPERIMENTATION

Les sols sénégalais renferment de souches de Rhizobium capables d'induire la nodulation sur le niébé.

Lorsque la légumineuse est cultivée dans ces sols, on observe une nodulation abondante, en absence de facteurs limitants tels que l'humidité du sol, le pH, faible niveau de fertilité du sol etc... Ces facteurs édapho-climatiques peuvent être déterminants sur l'établissement et le fonctionnement du système fixateur du niébé. Il est donc d'une importance de tester des techniques culturales qui permettent à la plante d'évoluer dans des conditions sub-optimales et donner un bon rendement. Ainsi l'objectif principal de cet essai vise, dans le cadre général des études sur l'amélioration de la fixation de N_2 , à rechercher les techniques culturales les favorables pour obtenir une symbiose fixatrice de N_2 efficace et un meilleur rendement.

II. MATERIELS ET METHODES

Dispositif expérimental: C'est un dispositif de type bloc de Fisher à 4 traitements et 4 répétitions.

Cet essai met en comparaison, le labour, le chaulage et l'enfouissement du fumier, avec un témoin sans intervention. Les parcelles sont semées à $10\text{ m} \times 4\text{ m} = 40\text{ m}^2$.

Le fumier est apporté à la dose de 10 tonnes/ha de matière sèche et la chaux à la dose de 600 kg/ha. Le labour est fait à la charrue en sec et a servi à l'enfouissement du fumier et de la chaux.

Le matériel végétal utilisé est composé de la variété 58-57 qui a un cycle de 90 jours et un port rampant.

Observations-récolte : Trois prélèvements aux 20^e, 34^e et 48^e jours après semis ont été effectués. Sur chaque prélèvement, on a effectué le comptage et la pesée des nodosités des parties aériennes sèches. Des mesures sur l'activité réductrice de l'acétylène (ARA) ont été également faites.

A la récolte, on élimine 3 lignes de bordures de chaque cote de la parcelle et 2 lignes à chaque extrémité (soit une surface utile de $8,50 \text{ m} \times 2,50 \text{ m} = 21,25 \text{ m}^2$) pour estimer le rendement.

III RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats obtenus en cours de cycle végétatif et à la récolte sont indiqués dans les tableaux n°1 et n°2.

Tableau n° 1 : Récapitulatif des résultats obtenus en cours de cycle sur la nodulation, la fixation et La croissance du niébé CV 58-57 (1984).

	jours après semis	témoin sans intervention	Labour	Labour + Eumier	Labour + chaux
Nombre de nodosités par plante	20	7	8	9	8
	34	13	12	16	16
	48	4	5	7	6
Poids sec nodosités $\text{mg} \cdot 10^{-3}$ g/plante	20	13	13	20	9
	34	26	30	33	29
	48	13	19	26	20
Poids sec parties aériennes g/plante	20	1,487	1,300	1,460	1,315
	34	11,705	9,710	9,181	10,121
	48	25,615	34,259	36,050	33,906
A.R.A. nano-moles C_2H_4 /h/plante	20	1035	2084	2003	1210
	34	8107	7388	9335	6103

Tableau n°2: Rendements de matière sèche à la récolte de 58-57 (1984).

Tratements	gousses kg/ha	grains kg/ha	fanés kg/ha
Témoin sans intervention	334	240	3083
Labour	228	158	2274
Labour + Fumier	182	125	3205
Labour + Chaux	224	171	3061

31) Nodulation:

La nodulation maximale a été observée au 34^e jours après semis et, à cette époque, on note une légère amélioration du nombre et du poids sec de nodosités due surtout à l'enfouissement du fumier. Tandis que le chaulage a surtout favorisé la formation de nodosités et n'a aucune incidence sur le développement de la nodosité. Il donne même des résultats inférieurs à ceux du traitement avec labour.

32) Croissance végétative

L'enfouissement du fumier ainsi que le chaulage n'ont induit des effets favorables sur la production de matières sèches qu'à partir du 48^e jour après semis.

33) Activité réductrice d'acétylène (ARA)

Au 34^e jour après semis, le niveau de l'activité fixatrice d'azote est le plus élevé, on note surtout un effet favorable de l'enfouissement du fumier, par contre le chaulage n'augmente pas la fixation à cette période, malgré sa légère amélioration en début de cycle.

34) Les rendements

Les résultats de rendements sont indiqués dans le tableau n°2. L'analyse statistique des données ne révèle de différences significatives entre les traitements. On note cependant, des augmentations de +931 kg/ha et 790 kg/ha de pailles respectivement pour le fumier et la chaux.

IV CONCLUSION - DISCUSSIONS

L'amendement organique (fumier) et le chaulage n'ont pas donné des plus-values marquées sur la nodulation, la fixation (ARA) et les rendements. Cependant, on observe des tendances d'amélioration des paramètres étudiés avec l'enfouissement du fumier.

L'action de la chaux sur la nodulation se situe ~~ait~~ au niveau de l'infection de la plante par les Rhizobium puisqu'elle n'améliore pas le poids sec de nodosités. En effet, le rôle direct sur les populations de Rhizobium est bien connu; en augmentant le pH, le chaulage supprime la toxicité de certains ions Al^{+++} et Mn^{++} toxiques pour le Rhizobium.

L'action du fumier sur la symbiose fixatrice d'azote pourrait s'expliquer pour la fourniture d'éléments carbonnés facilement métabolisables aux Rhizobium.

En ce qui concerne les rendements, les plantes ont surtout produit des pailles de 2 à 3 tonnes/ha. En effet, la sécheresse intervenue vers la fin du cycle végétatif a beaucoup perturbé la fructification, ce qui explique les faibles niveaux de rendements en gousses et en grains obtenus.

L'effet du fumier sur la production de pailles reste prépondérant. Cette supériorité peut s'expliquer par le fait que le fumier est un facteur important de la rétention de l'eau et de l'efficacité de son utilisation.

Enfin, les effets de l'amendement organique et du chaulage sont probablement atténués par la richesse et l'efficacité des souches de Rhizobium du sol de 13 ambey. Il serait donc intéressant d'implanter dans les zones où l'activité des Rhizobium est réduite, du fait même de l'existence de certains facteurs limitants (acidité, faible niveau de fertilité du sol etc.....).