

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
Centre d'Adiopodoumé
(Côte d'Ivoire)

Laboratoire d'Agronomie

ACTION DES PRECEDENTS PRAIRIAUX
SUR LES CULTURES SUIVANTES.

par
G. HAINNAUX

Rapport n°1 du stage fait à la station INRA de Lusignan
du 9 mai au 1er octobre 1966.

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
Introduction	2
Etude de l'essai n°3: Fourniture d'Azote par la Luzerne	3
Protocole	
Phase préparatoire	4
1ère année de cultures-test	4
calendrier cultural	4
culture de blé	5
culture de maïs	9
2ème année de cultures-test	11
culture de blé	
Conclusion	14
Etude de l'essai n°4: Effets résiduels des précédents..	16
Protocole	
Phase préparatoire	18
1ère année de cultures-test	18
calendrier cultural	
culture de blé	19
culture de maïs	26
Conclusion	29
2ème année de cultures-test	31
Conclusion générale	37

Ce travail a été réalisé à la suite d'un stage effectué du mois de mai au mois de septembre 1966 à la station d'amélioration des plantes fourragères du Lusignan.

Au cours de ce stage, nous nous sommes uniquement préoccupés des problèmes posés par l'introduction de la prairie dans une rotation. Nous avons participé avec Monsieur CROISIER L. le technicien responsable des "essais rotation" aux divers travaux afférant à chacun d'eux :

- Travaux sur le terrain
- Travaux en laboratoire
- Analyse statistique des résultats et interprétation.

I N T R O D U C T I O N

Introduire dans une rotation une prairie temporaire, cela modifie plus au moins profondément les caractéristiques du sol et par là, son potentiel de production.

Parmi les modifications constatées, les principales concernent :

- la répartition et l'état de la matière organique
- le niveau et la dynamique de l'azote
- les propriétés physiques
- l'équilibre biologique du sol.

Leur étude systématique, étant donnée l'importance des problèmes soulevés, a été entreprise au sein d'une section spécialisée de l'I.N.R.A. regroupant plusieurs chercheurs de diverses stations dont Lusignan où sont étudiés :

- Certains aspects théoriques par le biais d'une analyse approfondie des effets résiduels
- Les aspects pratiques et surtout les modalités de retournement

Les essais entrepris étant le plus souvent de longue durée et n'ayant commencé qu'en 1962, nous n'en étudierons que deux ayant déjà fourni des résultats partiels :

- Essai n° 3 : fourniture d'azote par la luzerne
- Essai n° 4 : effets résiduels de différents précédents.

Ces essais comportent deux phases :

- I phase de mise en place
- I phase d'évaluation

La phase d'évaluation se fait avec deux cultures-test :

- blé et maïs

qui peuvent être considérées comme des cultures complémentaires au point de vue cycle de végétation.

FOURNITURE D'AZOTE PAR LA LUZERNE

I - DESCRIPTION DU DISPOSITIF ET PRO-
TOCOLE.

- Essai blocs : 4 traitements x 6 répétitions
- Fumure de fond : chaque année et pendant la durée totale de l'essai.

+ P₂ O₅ 100 kg/ha
 + K₂ O 100 kg/ha
 + N cf. tableau ci-dessous.

Traitements	Phase préparatoire			Cultures test				
	1962	1963	1964	1965		1966		1967
				Blé	Maïs	Blé	Maïs	
1	0	0	0	200	50	0	50	non déterminée
2	0	0	0	250	100	0	100	
3	0	0	0	300	150	0	150	
4	0	0	0	0	0	0	0	

- traitements :

Traitements	Phase préparatoire			Cultures test		
	1962	1963	1964	1965	1966	1967
1	maïs	maïs	maïs	chaque parcelle est divisé en 2		
2	maïs	maïs	maïs	sous parcelles (a) et (b) portant		
3	maïs	maïs	maïs	(a) maïs	blé	orge
4	luzerne	luzerne	luzerne	(b) blé	maïs	orge

Les trois maïs successifs des traitements (1), (2) et (3) ont pour objet d'amener à un minimum le niveau d'azote du sol.

Les variétés utilisées sont :

Maïs	INRA 258 lors de la phase préparatoire
	INRA 260 pour les cultures test.
Blé	Capelle
Luzerne	Flamande

Les cultures sont menées dans des conditions identiques à celles de la pratique agricole. La luzerne est exploitée au stade 10 inflorescences au mètre linéaire (50 au m²). La totalité des récoltes est exportée.

II- RESULTATS DE LA PHASE PREPARATOIRE (1962 - 1964)

Traitements	Cultures	Production totale			Total MS	Exportations totales d'azote (kg/ha)	Apports d'azote
		MS en T/ha					
		1962	1963	1964			
1							
2	Maïs	6,7	8,3	5,7	20,7	183,9	0
3							
4	Luzerne	0,4	12,2	9,9	22,5	528,3	0

III- RESULTATS DE LA PREMIERE ANNEE DE CULTURES TEST

A - Calendrier culturel

10-9-64	Retournement au rotavator de la totalité de l'essai	
25-9-64	Labour de l'essai après épandage de scories potassiques 14-14	
	Sous-parcelles Blé	Sous-parcelles Maïs
27-10	Semis	31-3 Reprise au cultivateur
23-11	Epandage d'amonitrate	21-4 Epandage d'amonitrate.
4-08	Récolte	10-5 Semis
26-08	Déchaumage	20-10 Récolte
22-10-65	Labour de l'essai après épandage de scories 14-14	

D'autre part, la végétation, au cours de son évolution est suivie par une méthode de notations. Périodiquement, tous les quinze jours, en principe, un observateur note chaque parcelle de l'essai en fonction de la couleur et de la luxuriance de la végétation. La note 0 est affectée aux parcelles les moins bonnes et la note 5 aux plus belles.

En outre, des mensurations de hauteur sont faites à l'épiaison et 10 jours plus tard; cela, uniquement dans le cas du blé.

B.- Culture de blé

RENDEMENTS

Précédents	Azote apporté	Rendements	T de MS/ha	Azote exporté	
	kg/ha	grain	total	grain	total
1)	200	4,27	8,66	81,9	99,8
2) maïs	250	4,26	8,58	83,3	99,6
3)	300	4,25	9,52	89,4	109,8
4 luzerne	0	3,63	6,28	65,4	74,7
PPds		0,29	0,73	5,4	6,8

FACTEURS DU RENDEMENT

Précédents	nombre de plantes au mètre linéaire		B A	Nombre de talles par plante	nombre d'épis par plante	Talles épis talles to- tales
	à la levée (A)	à la récolte (B)				
1	45	35	0,8	5,2	1,6	0,30
2	48	39	0,8	4,8	1,8	0,37
3	45	38	0,8	5	1,9	0,37
4	42	37	0,9	3,3	1,2	0,37
	Nombre de grains par épis	Poids de 1000 grains	Notation d'échaudage			
1	29,7	54,9	4	5 non échaudé		
2	27,6	55	4,2	0 très échaudé		
3	26,1	51,7	2,2			
4	29,4	58,9	5			

NOTATION D'ASPECT DE LA VEGETATION

Dates précédentes	29/3	7/4	21/4	4/5	17/5	5 /6	15/6	28/6
1)	2,5	2,7	3,6	4	4,1	4	5	4,4
2) mais	2,6	3	3,8	4,5	4,4	4,2	5	4,7
3)	3,1	3,9	4,5	5	5	4,9	5	5
4 Luzerne	1,6	1,8	2,5	2,6	3,3	3,1	4	3,8

MENSURATIONS

Traitements dates	1	2	3	:
5/6 (épiaison)	92,3	93,3	97,5	51,1
15/5 (hauteur) (définitive)	107,3	107,5	108,8	100,6
8				
Accroissement	15	14,2	11,3	18,9

On notera que du fait de l'importance des doses d'azote apportées sur les trois premiers traitements, on ne pourra pas avec cette culture répondre à la question initiale. En effet, le rendement du dernier traitement est trop inférieur à celui des trois autres qui semble-t-il ont atteint leur plafond.

L'analyse des facteurs du rendement fait clairement apparaître à quel niveau se situe la déficience du 4ème traitement. Malgré un meilleur poids de 1000 grains, le nombre d'épis au mètre carré est très inférieur à celui des 3 autres.

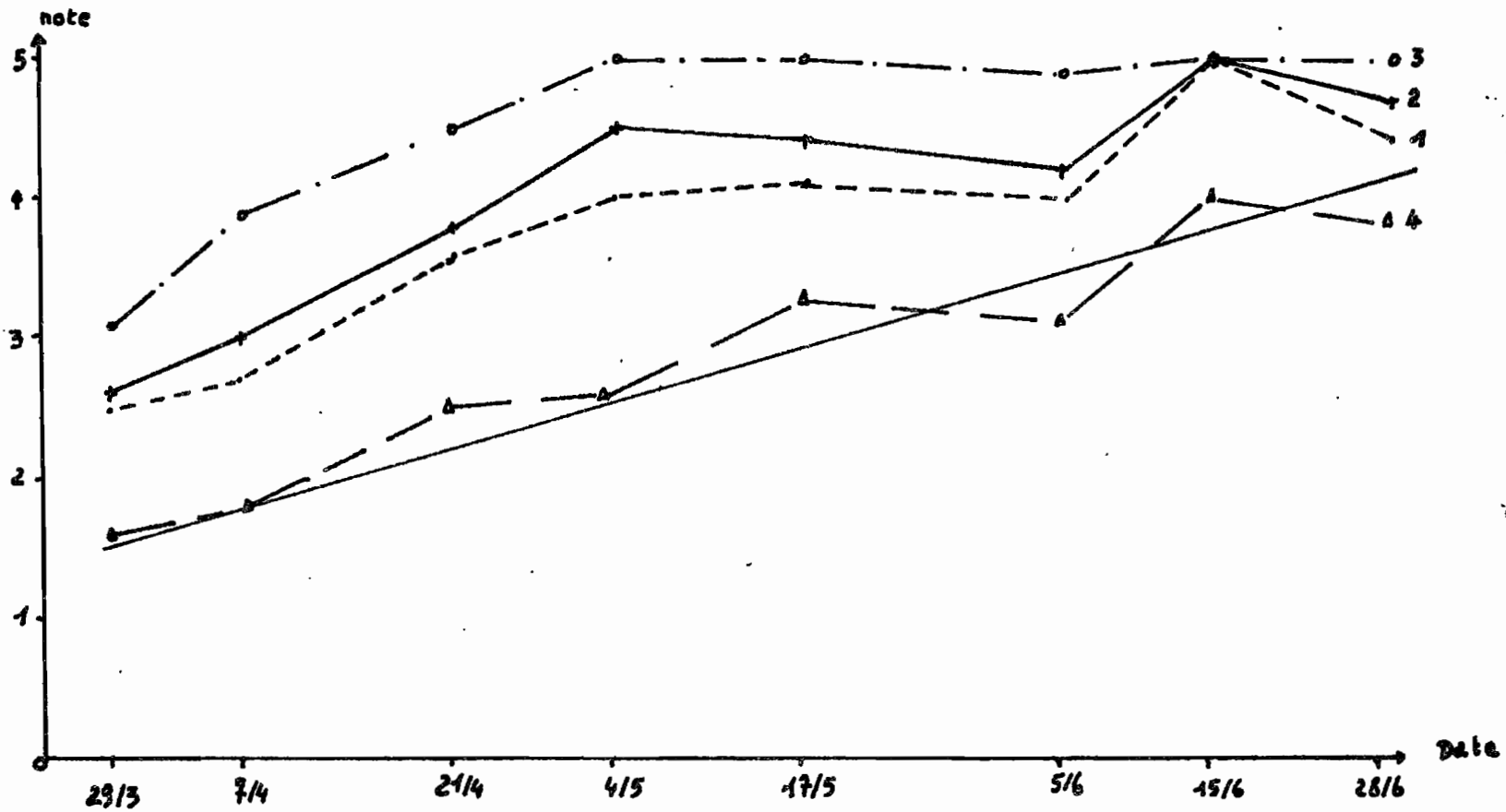
L'examen des notations d'aspect permet de constater que (cf graphique 1) :

- les trois premiers traitements évoluent de la même façon. La végétation a un départ rapide (du 30/3 au 30/4) et atteint très vite un plafond. Le classement relatif de ces trois traitements est fonction de l'azote reçu.

- Pour le quatrième traitement qui se situe bien au-dessous des trois précédents, la progression semble plus constatée et régulière.

- Il semble donc que l'azote apporté en 1 seule fois à haute dose (cas des 3 premiers traitements) assure un établissement rapide de la végétation. Il n'en est pas de même pour le 4ème traitement. Le blé derrière la luzerne souffre au début de sa végétation. Il s'améliore ensuite régulièrement grâce certainement à une libération continue d'azote provenant de la minéralisation de la luzerne. Mais cette libération est insuffisante et trop tardive semble-t-il pour assurer un bon rendement.

L'analyse du tableau des mensurations confirme cette hypothèse. Le blé derrière luzerne, malgré un accroissement supérieur, n'arrive pas à atteindre le niveau des autres. Le handicap du départ n'est pas surmonté. Par contre, du point de vue qualitatif (cf notes d'échaudage) le grain obtenu est beaucoup plus beau. Dans le cas des trois premiers traitements, l'échaudage semble dû à un excès d'azote, les grains s'avèrent à l'analyse très riches en protéines dont le taux est d'ailleurs proportionnel à la dose d'azote apporté.



GRAPH. 1

BLE

En conclusion, il semble que dans le cadre de l'expérimentation, l'obtention d'un haut rendement en grain de bonne qualité est conditionné par :

- Une disponibilité d'azote au moment du semis, est azote assurant un bon départ de végétation. La luzerne n'assure pas cette disponibilité car à l'époque du semis de blé la minéralisation est nulle.

- Une nourriture azotée régulière au cours de la végétation. Dans ce cas le rôle de la luzerne enfouie peut être utile. Mais, la minéralisation étant dépendante des facteurs climatiques, on risque pour certaines périodes de demande importante de la part du végétal, que celle-ci ne puisse être satisfaite. Il faudrait compenser cette insuffisance périodique par des apports d'engrais chimiques.

④ - Culture de maïs

Un premier examen des résultats permet de constater que le maïs derrière luzerne s'est comporté comme un maïs ayant reçu entre 50 et 100 unités d'azote.

Si pour chaque traitement on compare la répartition en % des composantes du rendement total soit :

Traitement	grain	rafle	paille	total
1	55,2	9,5	35,3	100
2	55,4	9,9	34,7	100
3	54	8,8	37,2	100
4	55	10,2	34,8	100

cela confirme l'analogie de comportement entre les traitements 2 et 4. L'examen des courbes d'évolution de la végétation au cours du temps (cf graphique 2) donne les mêmes conclusions.

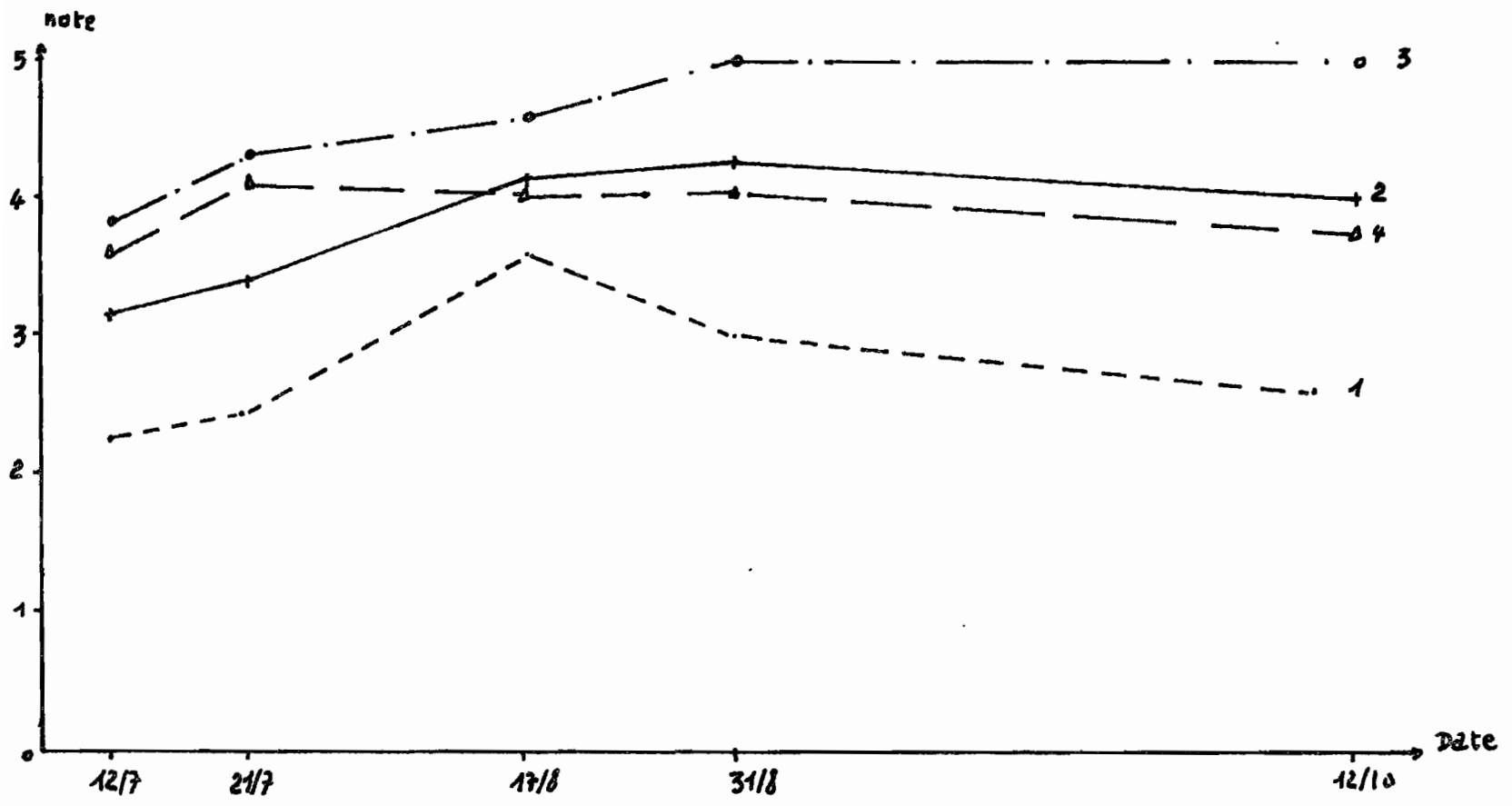
Si, comme on semble pouvoir le faire, on considère que les rendements sont proportionnels aux doses d'azote, on va pouvoir calculer la quantité d'azote mise à la disposition du maïs par la luzerne. Nous emploierons pour ce faire une méthode graphique. On obtient comme résultat (cf graphique 3) 90 unités d'azote.

RENDEMENTS

Précédents	nombre moyen d'épis par plante	Grain MS		ragles MS		Pailles MS		Total MS
		T/ha	% du total	T/ha	% total	T/ha	total	
I)	0,94	4,84	55,2	0,83	9,5	3,10	35,3	8,77
2) } maïs	0,97	5,71	55,4	1,02	9,9	3,57	34,30	10,30
3)	0,98	6,33	54	1,04	8,8	4,36	37,20	11,73
4 luzerne	0,96	5,38	55	0,99	10,2	3,41	34,80	9,78
PPds		0,441		NS		0,29		0,46

NOTATION D'ASPECT DE LA VEGETATION

Précédents	12/7	21/7	17/8	31/8	12/10
I)	2,25	2,41	3,58	3	2,6
2) } maïs	3,16	3,41	4,16	4,24	4
3)	3,83	4,33	4,58	5	5
4 Luzerne	3,66	4,16	4	4,07	3,75
PPds.	0,51	0,64	0,36	0,30	0,55



GRAPH . 2

MAÏS

Remarques :

L'observation des notations (cf graphique 2) permet plusieurs constatations :

- Avec des apports d'engrais azotés au semis, la végétation croît rapidement dès la levée pour atteindre assez rapidement son plafond. Celui-ci ^{est} d'ailleurs fonction de la dose d'azote apportée et l'effet dose est pratiquement constant durant toute la végétation.

- Après la luzerne, la croissance semble plus régulière mais moins intense au début (du 7 /6 au 30/8). C'est peut-être une des raisons pour laquelle le traitement (2) "rattrape" le traitement (4) le 10/8 et le dépasse. De forts besoins en azote à cette période (floraison) peuvent aussi être responsables. Ensuite, à partir du 1/9 la minéralisation peut devenir moins intense pour des raisons climatiques surtout.

IV - RESULTATS DE LA DEUXIEME ANNEE DE CULTURES-TEST

A - Culture de blé

I - Rendement

Traitements	Azote apporté	Matière sèche Produite qx/ha	
		Grain	Total
1)	50	23,2	50,5
2) mais sur	100	37,8	82,5
) mais			
3)	150	47,2	102,7
4 Mais ou luzerne	0	17,9	7
PPds		3,2	77

2 - Facteurs du rendement.

Traitements	nombre au mètre linéaire		B — A	Poids des 1000 grains	Echan- dage
	(A) talles	(B) épis			
I	94,5	52,8	0,56	52,4	3,7
2	109,9	65,5	0,59	53,2	3,3
3	118,4	71,3	0,60	53,7	2,4
4	78	48,6	0,62	50,3	3,2
PPds	14,3	10,9		2,1	0,9

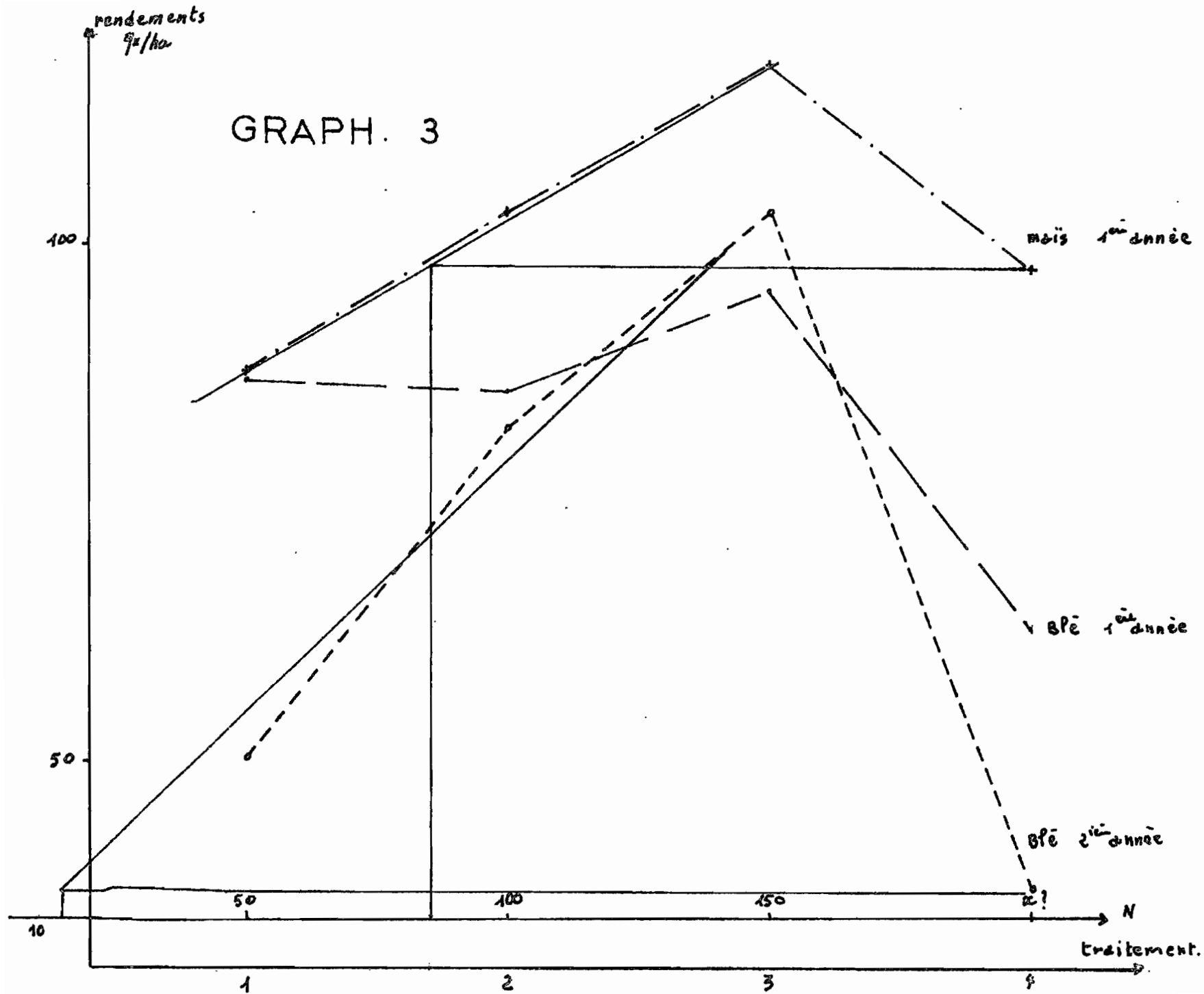
NOTATIONS D'ASPECT DE LA VEGETATION

Dates Traitements	10/3	21/3	7/4	20/4	29/4	11/5	20/5	27/5	6/6	21/6
I	2	1,7	1,4	1,7	2	2,9	3,2	3,2	3,3	3,2
2	3	2,4	2,2	3	3,2	4	4,6	4,6	4,7	4,5
3	3	3	3,5	3,5	4,7	4,7	5,0	5	5	5
4	I	I	1,1	1,6	1,7	2,2	2,2	2,2	2,2	2,6
PPds			0,3		0,2	0,4	0,3			

MENSURATIONS

Traitements date	I	2	3	4	P P d s
27/5 épiaison (début)	62,5	75,8	84	46,2	différent
1/6 (épiaison)	83,3	91,3	99,8	65	7,03
6/6 hauteur défi- nitive.....	98,3	105,8	112,5	83,7	6
différences	35,8	30	28,5	35,5	

GRAPH. 3



Excepté peut être pour le traitement (3), on obtient des rendements médiocres dûs surtout à une mauvaise nutrition azotée. Cette déficience, comme le montre l'analyse de notations-rendement, se fait sentir tout au long de la végétation du blé et est sensible à tous les niveaux; levée, tallage, épiaison.

On peut la déceler dès les premiers mois. En effet, les courbes d'aspect de la végétation sont toutes décroissantes dès le départ. D'ailleurs, dès le départ aussi, les traitements se classent proportionnellement à la dose d'azote dont ils disposent. Ensuite, ils semblent évoluer parallèlement. Ce fait est surtout remarquable à partir du 15/4. Toutefois, du 15/4 au 15/5, une légère divergence se manifeste montrant une évolution plus rapide en fonction de la fumure azotée. Malgré tout, compte-tenu que cette période correspond à une reprise active de la minéralisation, cette tendance au parallélisme dans l'évolution des 4 traitements amène à penser que la minéralisation est identique dans toutes les parcelles. Ceci revient à dire qu'au bout de 2 ans, la luzerne ne laisserait pratiquement plus de débris. Tout ou presque disparaîtrait la 1ère année suivant l'enfouissement.

Si d'ailleurs, nous appliquons en l'extrapolant la méthode graphique utilisée précédemment avec le maïs pour déterminer l'apport d'azote dû à la luzerne on ne trouve que 10 unités.

V - CONCLUSIONS

L'essai entrepris, a comme prévu, permis de déterminer la quantité d'azote libéré après enfouissement d'une luzerne de trois ans.

Cette quantité peut être estimée à environ 90 unités d'azote à l'Ha utilisée par une culture de maïs suivant l'enfouissement.

En deuxième année, il semble qu'elle soit très faible.

Toutefois, il serait inexact de dire qu'une culture venant immédiatement après retournement d'une luzerne ne nécessite par d'apports d'engrais azotés. En effet l'azote issu des débris végétaux se décomposant n'est disponible en quantité suffisante qu'à partir du printemps ; auparavant, il faut alimenter la plante. Ceci est plus impératif pour le blé que pour le maïs car une culture

d'été utiliserait beaucoup mieux semble-t-il l'azote laissé au sol par la luzerne.

Nous n'aborderont pas le problème de l'utilisabilité de l'azote d'origines différentes. Il serait en effet intéressant de savoir à quel stock d'azote total dans le sol correspondent les 90 unités libérées et utilisées par la plante après retournement de la luzernière et de voir l'influence d'une fumure azotée sur l'utilisation de ce stock.

Les chiffres dont nous disposons montrent simplement que l'utilisation de l'azote minéralisé semble inversement proportionnelle à la dose d'engrais apporté. (Après Maïs)

Précédents	Exportations	Apports	Bilans
I	90,8	50	- 40,8
2	117,6	100	- 17,6
3	145,4	150	+ 4,6

EFFETS RESIDUELS DE DIFFERENTS PRECEDENTS

I - DESCRIPTION DU PROTOCOLE ET DU DISPOSITIF

- Essai factoriel comprenant 12
traitements x 6 répétitions

- Fumure de fond :

- P₂ O₅ 100 kg/ha

- K₂ O 100 kg/ha

- N cf tableau ci-dessous

pour la phase préparatoire.

Traitements	doses d'N. en kg/ha	Remarques
I-2 dactyle pur	200	40 après chaque coupe
3-4 dactyle + trèfle blanc	100	20 après chaque coupe
5-6 trèfle blanc pur	0	
7-8 dactyle graine	150	en 3 apports
9-10 maïs-blé-orge (sans N)	0	
11-12 maïs-blé-orge (Avec N)	100 pour maïs et blé, 50 pour l'orge	1 apport au semis pour maïs 3 apports pour le blé 1 apport au semis pour orge.

Traitements :

- Les 6 traitements élémentaires comportent lors de
la phase d'évaluation 2 variantes :

- Pas d'azote sur la culture test
(numéros impairs)

- 100 unités d'azote sur la cul-
ture test (numéros pairs).

Numéros	Phase préparatoire			Phase d'évaluation		
	1962	1963	1966	1965	1966	1967
1 - 2	Dactyle pur exploité au rythme pâturage			chaque parcelle élémentaire.		
3 - 4	Dactyle + trèfle blanc exploité au même rythme			est divisée en 2 sous- parcelle.		
5 - 6	trèfle blanc pur exploité au même rythme			(a) et (b) portant ;		
7 - 8	Dactyle porte-graines			(a) maïs blé orge		
9 -10	maïs - blé - orge (sans N et sans restitution)			(b) blé maïs orge		
11 -12	maïs - blé - orge (Avec N et avec restitution)					

- Chaque culture fut établie et entretenue dans les conditions de la pratique agricole

- les variétés utilisées furent

Dactyle	Prairial
Trèfle blanc	Ladino
Maïs	I N R A 258 lors de la phase préparatoire
	I N R A 260 lors de la phase d'évaluation
Blé	Capelle
Orge	Rika

II - RESULTATS DE LA PHASE PREPARATOIRE.

Traitements	Production totale de MS (T/ha)				Apport d'azote	Expor- tations	Bilan azoté
	1962	1963	1964	Total 63+64			
I - 2		15,8	6,6	22,4	350	450	- 100
3 - 4		13,1	5,6	18,7	175	425	250
5 - 6		8,9	3	11,9	0	425	-425
7 - 8		12,2	7,2	19,4	300	270	+ 30
9 -10	6,2	2,3	4,3	6,6	0	70	- 70
11 -12	6,7	8,3	7,1	15,4	280	150	-130

On remarquera que les bilans pour les traitements comportant une légumineuse n'ont qu'une valeur relative car on n'a pas tenu compte de l'utilisation par la plante de l'azote atmosphérique.

Compte tenu de cette remarque on peut distinguer deux groupes de traitements en fonction du niveau du bilan azoté.

I - Dactyle pur et maïs - blé - orge avec et sans azote et restitutions organiques dont le bilan moyen est - 100.

2 * Dactyle graine "qui laisse de l'azote"
(+ 30)

.../...

III - RESULTATS DE LA PREMIERE ANNEE DE CULTURE-TEST.

A - Calendrier cultural

D A T E S	Opérations culturales	
17 - 7 - 64	Récolte des céréales puis déchaumage	
2 - 8 - 64	Récolte des traitements fourragers	
21 - 9 - 64	Epannage de scories phospho-potassiques 14 - 14	
24 - 9 - 64	Labour de l'ensemble de l'essai	
	Sous-parcelles blé	Sous-parcelles maïs
27 -10 - 64	Semis	
23 -11 - 64	20 N (levée)	
3 - 3 - 65	30 N (tallage)	
31 - 3 - 65		Reprise du labour au cultivateur 100 N
27 - 4 - 65	50 N (Montaison)	
10 - 5 - 65		Semis
4 - 8 - 65	Récolte	
20 -10 -		Récolte
22 -10 - 65	Epannage de scories 14 - 14	
25 -10 - 65	Labour de l'ensemble de l'essai	

Dans cet essai, comme précédemment ; des notations périodiques permettent de suivre l'état de la végétation et de comparer à un instant donné les différents traitements.

B - Culture-test de blé

R E N D E M E N T S

Traitements	N apporté	Rendements qx/ha		Exportation d'Azote kg/ha	
		grain	total	grain	total
I	0	31,4	53,8	55,9	64,7
3	0	32,4	55,3	58,1	64,9
5	0	40,4	78	78,2	95,5
7	0	31,2	52,7	57,1	65,5
9	0	7,4	20,5	13,8	22,3
II	0	14,6	32,5	27,7	39
2	100	42,4	78,99	85,2	98,8
4	100	43	82,1	85,2	100,5
6	100	41,5	86,9	90,5	110,1
8	100	43,1	80,7	88,4	106,9
10	100	20,9	43,9	42,6	53,3
12	100	23,7	50,4	48,5	65,5
P P ds.		5,10	8,3	17,1	10,5

FACTEURS DU RENDEMENT

Traitements	Nombre de plantes au mètre linéaire		B	Nombre par plante		D	Poids des 1000 grains	Note d'échau- dage
	(A) levée	(B) récolte	A	talles(C)	épis(D)	C		
I	42	35	0,82	3,7	1,3	0,34	55,7	4,9
3	44	36	0,82	3,8	1,3	0,35	56,3	4,9
5	48	51	0,86	4,1	1,5	0,37	57,2	4,2
7	43	37	0,86	3,6	1,4	0,37	56,7	4,8
2	39	33	0,85	4,6	2,2	0,48	52	3,7
4	44	37	0,84	4,7	2,2	0,47	51,2	3,9
6	44	35	0,78	4,8	2,3	0,46	51,4	3,5
8	42	34	0,79	4,5	2,1	0,46	51,5	3,5
9	48	37	0,77	2,5	0,3	0,14	42,3	3,1
II	44	38	0,86	2,6	0,8	0,30	39,9	3,5
10	48	38	0,79	3,1	1,2	0,40	43,1	3,5
12	47	38	0,80	3,6	1,4	0,40	43,3	3,2

Comparaisons des divers précédents :

Que ce soit avec ou sans azote sur la culture test, on peut différencier deux groupes de précédents :

- I - les précédents prairiaux
- 2 - les précédents M B O

M B O (o) sans azote ni restitution

M B O (N) avec azote et restitution

Ces précédents ont été très sensibles au Fusarium et à l'ophiobolus.

Précédents	Rendements moyens en grain		Différences
	sans N	avec N	
Prairies	34	42,5	8,5
M B O	11	22	11
Différences	23	20,5	

L'analyse de ce tableau permet de voir que l'azote atténué relativement peu les différences entre les 2 types de précédents. Toutefois l'azote manque plus après les rotations M B O qui appauvrissent plus de sol qu'après les précédents prairiaux qui laissent au sol des débris dont la minéralisation sera plus ou moins rapide. En effet, analysés les résultats obtenus à l'intérieur de chacun de ces groupes.

Dans le premier (précédents prairiaux), l'azote manque pour tous les traitements sauf pour le trèfle blanc. On peut donc penser que celui-ci, au cours de sa végétation a apporté au sol des débris dont la minéralisation lui a permis d'entretenir sa fertilité. D'autre part, après retournement, la minéralisation serait rapide et libérerait beaucoup plus d'azote que les autres précédents durant la phase de culture qui suit immédiatement .

Les autres précédents prairiaux, minéralisent d'une façon moins intense, mais durant plus longtemps (cf résultats de seconde année)

Dans le second groupe de précédents, les résultats sont biaisés du fait des maladies dont l'importance semble liée au niveau d'azote minéral dans le sol.

Traitements	N.sur blé	Grain
9 (M B O (o))	0	7,4
10	100	20,9
11 (M B O (N))	0	14,6
12	100	23,7

Considérons maintenant les bilans azotés. Nous remarquons que les classifications des traitements, faites :

- en fonction du rendement de la culture test
- en fonction du bilan azoté en fin de phase préparatoire sont totalement différentes. En particulier pour le dactyle, alors que "l'exploitation en graine" laisse beaucoup plus d'azote que "l'exploitation en fauche", cette différence ne se reflète absolument pas sur la culture qui suit, et les deux traitements évoluent de la même façon au cours du temps (cf notation).

M E N S U R A T I O N S

Précédents dates	Dactyle	Dactyle + trèfle blanc	Trèfle blanc	Dactyle g	MBO sans N	MBO avec N
5/6 épiaison	77,5	80,3	88,7	76,8	53,3	69
15/6 maturité	98,7	99,9	106,1	98,3	59	88,1
différence	21,2	19,6	17,4	21,5	1,7	19,1
5/6	93,7	94,8	93,0	92,3	77,2	86,8
15/6	109,6	109,9	106,9	108,3	93,3	100,8
Différence	15,9	15,1	13,9	16	16,1	14

L'examen des courbes d'aspect de la végétation confirme la supériorité des traitements prairiaux.

En outre, on peut constater qu'après prairie, et sans azote, l'évolution de la végétation est progressive, alors qu'elle stagne après M B O (la cause peut en être les maladies)

Il y a donc, même l'année suivant l'enfouissement de la prairie, une minéralisation non négligeable plus importante qu'avec la paille enfouie en présence d'azote, mais moins que derrière trèfle blanc.

Toutefois, il faut tenir compte du fait que les maladies affectant l'aspect de la végétation influencent les notations surtout à partir du 15/6 d'où l'aspect décoissant des courbes.

Les mensurations et surtout l'accroissement de taille à partir de l'épiaison montent d'importantes différences de comportement entre les traitements sans N.

Alors qu'en présence d'azote cet accroissement varie peu d'un traitement à l'autre, il devient très fluctuant sans azote. Dans ce cas, il peut refléter des différences de minéralisation. On notera d'ailleurs l'extrême faiblesse de cet accroissement après M B O (o) qui semble indiquer une grande pauvreté du sol en matière organique.

NOTATION D'ASPECT DE LA VEGETATION

Traitements	29/3	7/4	20/4	4/5	17/5	5/6	15/6	28/6
I	I,7	I,7	2,2	2,2	3,2	3,2	3,4	3,7
3	I,5	2,I	2,6	2,7	3,7	2,9	3,7	4,3
5	I,8	2,6	3,4	3,4	4	4,4	4,5	4,7
7	I,2	I,7	2	2,I	3,2	3,2	3,5	3,8
9	I	I	I,I	2,I	I,2	I,2	0,7	0,7
II	I,7	I,7	I,7	I,7	2,2	2	I,9	I,3
2	I,9	3,6	4	4,5	5	5	5	5
4	2,9	3,6	4,2	4,3	5	5	5	5
6	2,6	4	3,8	5	5	5	5	5
8	2,3	3,4	3,2	4,3	5	5	5	5
IO	I,9	2,6	3,7	3,I	3,7	3,2	3,3	2,I
I2	2,3	3,I		3,7	4,2	4,I	4,I	2,8
PPds			0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,7

C - Culture test de maïs

Sans apport d'azote sur la culture test, le précédent légumineux, associé ou non, est supérieur. Par contre, avec azote, seule l'association le reste, tant sur le rendement épis que sur le rendement grain.

Traitements	Rendement total		Différence
	sans N	MS T/ha avec N	
Dactyle	10	11,1	I,1
Dactyle + trèfle blanc	10,9	12,4	I,5
Trèfle blanc	10,8	II,7	0,9
Dactyle graine	10	II,7	I,7
M B O (o)	8,6	II,4	2,8
M B O (N)	9,8	II,7	I,9

C'est derrière le TB que l'azote marque le moins, ce qui peut laisser supposer une certaine richesse du sol. Toutefois, les notations ne la mettent pas en évidence. Peut-être que cette méthode est mal adaptée à la culture du Maïs.

Nous noterons également que l'association est plus sensible aux engrais azotés que le dactyle pur. Il en était de même pour la culture de blé. Ceci tend à montrer que l'association a un comportement propre qui n'est pas intermédiaire entre le comportement de ses composantes.

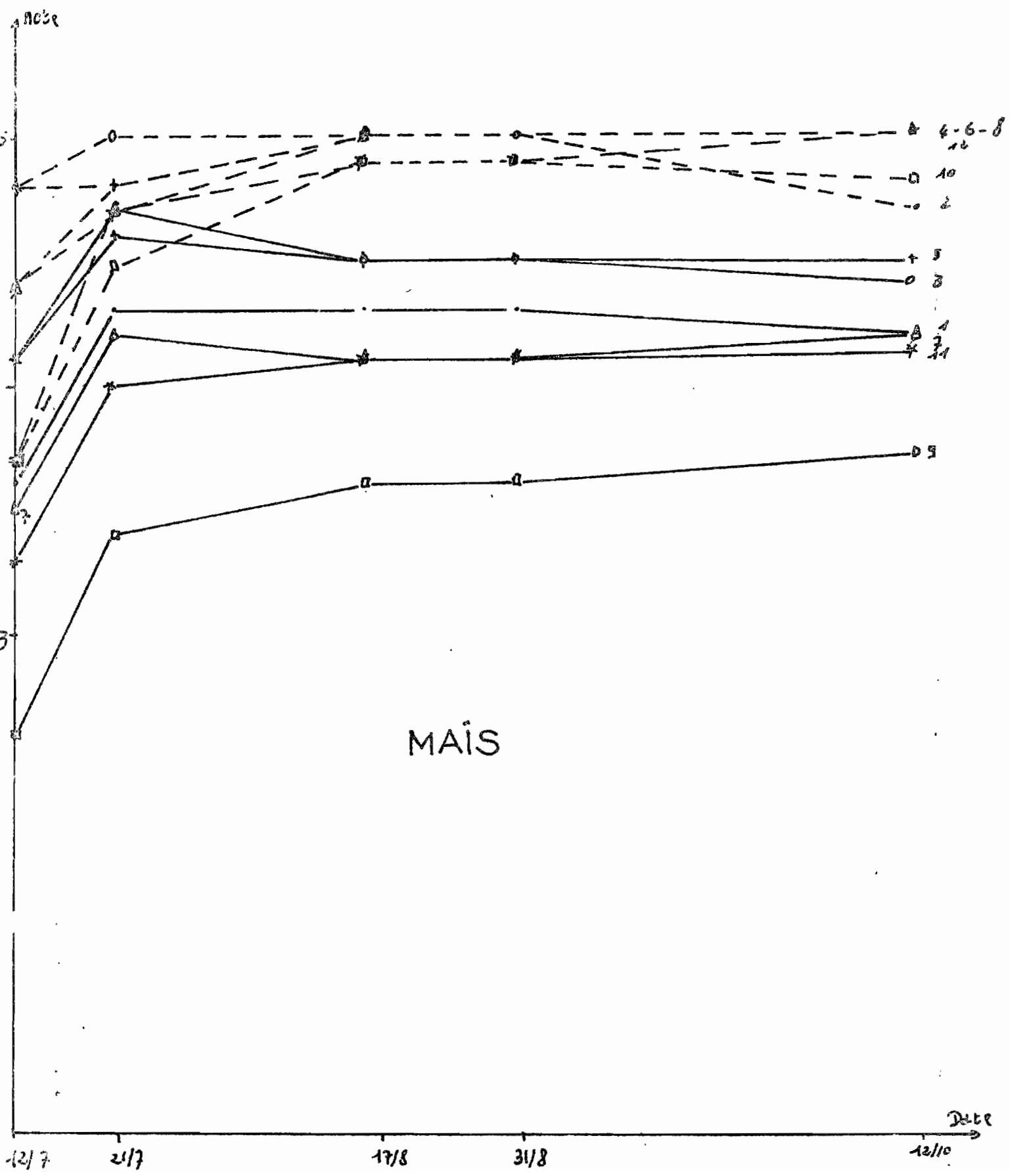
Nous remarquerons aussi que le maïs après les rotations MBO, semble, avec de l'azote, donner de meilleurs résultats que le blé. Il ne se distingue pas du maïs venant après une prairie.

R E N D E M E N T S.

Traitements	Azote apporté	Nombre d'épis par plante	Rendements en matière sèche (qx/ha)			
			grain	straw	paille	total
I	0	0,95	54,8	8,5	36,6	99,9
3	0	0,97	59,6	9,3	39,7	108,6
5	0	0,94	59,4	9,2	39,1	107,7
7	0	0,94	54,9	8,3	36,5	99,7
9	0	0,93	46,4	6,6	33,4	86,4
II	0	0,98	53,1	8,2	36,5	97,8
2	100	0,98	62,6	10,1	38,2	110,9
4	100	0,97	66,5	10,9	46,7	124,1
6	100	0,97	63,5	11	42,6	117,1
8	100	0,97	63,4	10,5	43,5	117,4
10	100	0,94	60,4	9,9	43,6	113,9
12	100	0,97	62,7	10,7	43,4	116,8
PPds.			3,5	.	43,3	7,7

NOTATION D'ASPECT

Traitements	Azote apporté	12/7	21/7	17/8 et 31/8	12/10
I	0	3,6	4,3	4,3	4,2
3	0	4,1	4,7	4,5	4,4
5	0	4,1	4,6	4,5	4,5
7	0	3,5	4,2	4,1	4,2
9	0	2,6	3,4	3,6	3,7
II	0	3,3	4	4,1	4,1
2	100	4,4	4,8	5	4,7
4	100	4,8	5	5	5
6	100	4,8	4,8	5	5
8	100	4,4	4,7	5	5
10	100	3,7	4,5	4,9	4,8
12	100	3,7	4,7	4,9	5
PPds.					



MAÍS

D - Conclusion en fin de 1ère année de culture

Comme le montre le graphique¹, il n'y a pas toujours de corrélation très stricte entre les rendements des 2 cultures, pour tous les traitements.

On peut donc penser que ces traitements modifient les composantes de la fertilité naturelle du sol, les réactions des plantes à ces modifications varient en fonction des exigences propres à la culture et du synchronisme entre les 2 phénomènes : modification du milieu, besoins de la plante.

En ce qui concerne les rendements totaux (matière sèche totale)

I - pour le Blé

L'ordre de classement des précédents est le même avec ou sans azote. Les précédents prairiaux sont les meilleurs, surtout le trèfle blanc.

2 - pour le Maïs

Sans azote, on a la même classification qu'avec le blé, l'association dactyle + trèfle blanc prenant toutefois le meilleur sur le trèfle blanc. Avec azote. Il y a nivellement général et seule subsiste la supériorité de l'association.

Résumons maintenant les différents effets en prenant pour témoins le traitement-9. Nous allons pour ce faire comparer tous les rendements au rendement du traitement-9.

Sans azote sur la culture test, l'effet précédent est nettement moins marqué pour le maïs que pour le blé sauf peut être après la rotation MBO.

Avec azote, sur le blé, les effets précédents sont à peu près identiques à ce qu'ils étaient sans azote. 100 unités d'azotes ne masquent donc pas l'effet précédent. Pour le maïs, par contre, cet effet devient pratiquement nul sauf pour le précédent D + Tb. Comment expliquer ce fait ?.

On sait qu'en présence d'azote, la décomposition des débris végétaux ligneux est stimulée et la minéralisation plus importante. Or, le maïs, étant donné sa période de végétation profite au maximum de cette minéralisation. Il atteindrait ainsi un rendement plafond qui serait dû :

- A l'Azote apporté (effet azote)
- A l'azote minéralisé (effet précédent)

Il se peut que notre méthode de calcul permette mal de dissocier ces deux effets qui en réalité sont tous les deux des effets azoté .

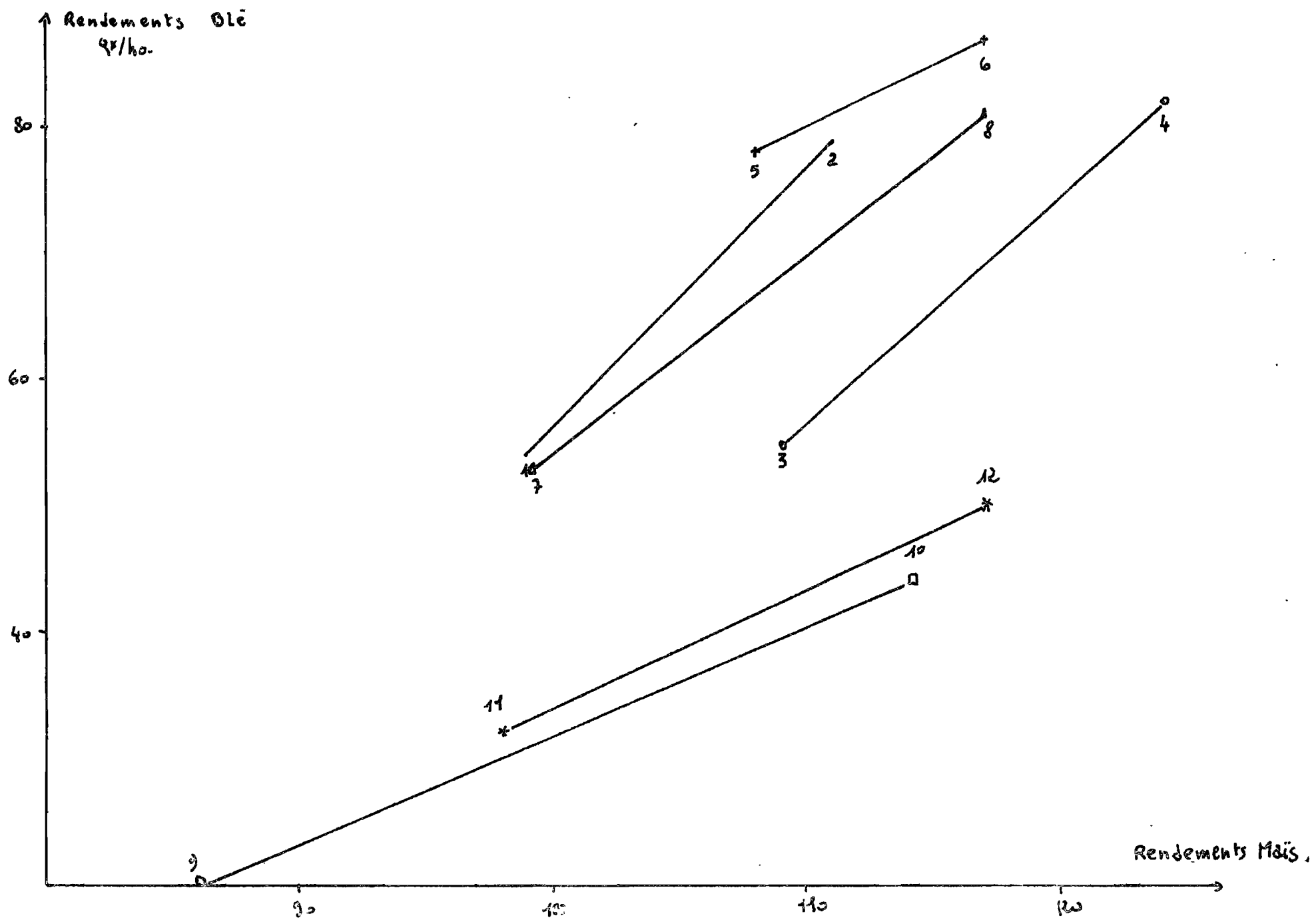
Traitements	Rendement T/Ha	Blé effet (I) précédent + azote	effet (2) azote	effet (3) précédent	Rendement T/ha	effet précédent + azote	effet azote	effet précé- dent.
I	5,4			3,4	9,9			1,3
3	55,5			3,5	10,9			2,3
5	7,8			5,8	10,8			2,2
7	5,3			3,3	9,9			1,3
9	2			0	8,6			0
II	3,2			1,2	9,8			1,2
2	7,9	5,9	2,5	3,5	11,1	2,5	1,2	0,3
4	8,2	6,2	2,7	3,8	12,4	3,8	1,5	1
6	8,7	6,7	0,9	4,3	11,7	3,1	0,9	0,3
8	8,1	6,1	2,8	3,7	11,7	3,1	1,8	0
10	4,4	2,4	2,4	0	11,4	2,8	2,8	0
12-	5	3	1,8	0,6	11,7	3,1	1,9	0,3

(I) Rendement obtenu - Rendement du témoin

(2) Rendement du traitement avec N - rendement du même traitement sans N.

(3) (3) = (I) - (2) En outre (3) doit être égal à la différence entre les rendements des traitements avec azote et le rendement du traitement-10.

(I) = (3) dans le cas des traitements sans azote.



III - RESULTATS DE LA SECONDE ANNEE DE CULTURE TEST

Notre stage se terminant au mois de septembre, nous n'avons de résultats que pour le blé.

Comparons ces résultats aux bilans azotés en fin de 1ère année de culture. Nous noterons que ces bilans ne tiennent pas compte de la minéralisation. C'est peut-être la raison pour laquelle, a priori, il semble n'y avoir aucune relation entre ces bilans et les rendements. En effet considérons les traitements sans azote en 1966. Ce sont les traitements dont le bilan est le moins bon qui donnent les meilleurs rendements. Le classement est d'ailleurs de même avec azote. L'effet précédent est donc encore important. Sans N. le dactyle conduit au meilleur résultat, précédent l'association et le TB. Ceci confirme l'hypothèse selon laquelle après dactyle, la minéralisation est longue et n'aboutit à des résultats tangibles qu'en seconde année par opposition au trèfle blanc.

Avec azote, l'effet précédent est plus important que sans N. L'azote apporté sur la culture jouant toujours un rôle prépondérant. Le moins bon traitement avec azote est toujours supérieur au meilleur traitement sans azote.

C'est l'azote apporté qui fait le rendement en assurant un nombre d'épis suffisant, le tableau d'évaluation des divers effets montre que :

- l'effet précédent est avec ou sans azote inférieur en valeur absolue en seconde année. Toutefois il n'est pas négligeable. Il faut aussi tenir compte de "effet année" qu'on ne peut pas ici évaluer.

- l'effet azote devient prépondérant par rapport à l'effet précédent, tout au moins pour le blé, cela, même pour les précédents prairiaux pour lesquels ce n'était pas le cas en première année.

Il est d'autre part remarquable qu'en seconde année de culture pour le blé, l'effet précédent est plus marqué avec azote que sans azote.

La fumure azotée valoriserait donc le précédent. Ce fait est plausible étant donné que l'azote favorise la minéralisation des débris ligneux. Mais dans notre cas cette valorisation est la meilleure après trèfle blanc (plus riche en azote) et moins bonne après dactyle (le plus ligneux). Il y a donc une inversion anormale compte-tenu de notre hypothèse.

Là aussi, cette anomalie aboutit à une critique de la méthode de calcul des divers effets.

RENDEMENTS ET FACTEURS DU RENDEMENT

Traitement	Rendement grain	MS total	totale	Talles (A) épis (B)	$\frac{B}{A}$	Poids de 1000 grains	Echaudage 5 (pas), 0 (très)
I	16,7	38,5	100,8	56,5	0,96	44,8	3,9
3	15,6	35,8	102,1	51	0,50	43,1	3,6
5	14,8	33,5	96,3	51	0,53	34,6	3,4
7	14	31,5	88,6	51	0,57	42,6	3,1
9	6,6	18,2	68,9	39,2	0,57	35,3	1,4
II	9,9	24,6	69,1	44	0,56	38,3	2,8
2	38	88,6	133,8	75	0,56	51,8	3,5
4	38	89,5	114,6	64,8	0,56	51,8	3,6
6	37,7	91,2	117,8	65,7	0,56	52,4	2,8
8	38,5	88,5	126,6	75,5	0,56	52,	3,1
10	27,4	68,5	112,6	60,3	0,54	45,1	2,2
12	31,2	77,8	127,3	70,7	0,55	51,6	3,2
PPds.	2,6	4,6	12,4	11,4		3,4	0,5

NOTATION D'ASPECT DE LA VEGETATION

Traitement	Azote apporté	10/3	7/4	19/4	29/4	11/5	20/5	6/6	21/6
I	0	1,7	1,6	1,9	2	2,7	3,5	2,9	3,2
3	0	1,7	1,8	2	2,1	2,7	3,5	2,9	3,1
5	0	1,3	1,8	2	2	2,7	3,5	2,9	3
7	0	1,3	1,7	2	2	2,5	3,5	2,8	3
9	0	I	I	I	I	I	1,2	1,2	1,2
II	0	I	1,3	1,7	1,7	2	2,2	2,2	2,4
2	100	3	2,9	3,2	4	4,3	5	5	5
4	100	3	2,8	3,3	4	4,5	5	5	5
6	100	3	2,8	3,4	4	4,5	5	5	5
8	100	3	2,7	3,2	4	4,4	5	5	5
10	100	3	2,5	2,9	3,4	3,8	4,5	4,3	4,6
12	100	3	2,7	3,2	3,8	3,9	4,9	4,8	4,1
PPds			0,3		0,3	0,3	0,2	0,2	0,2

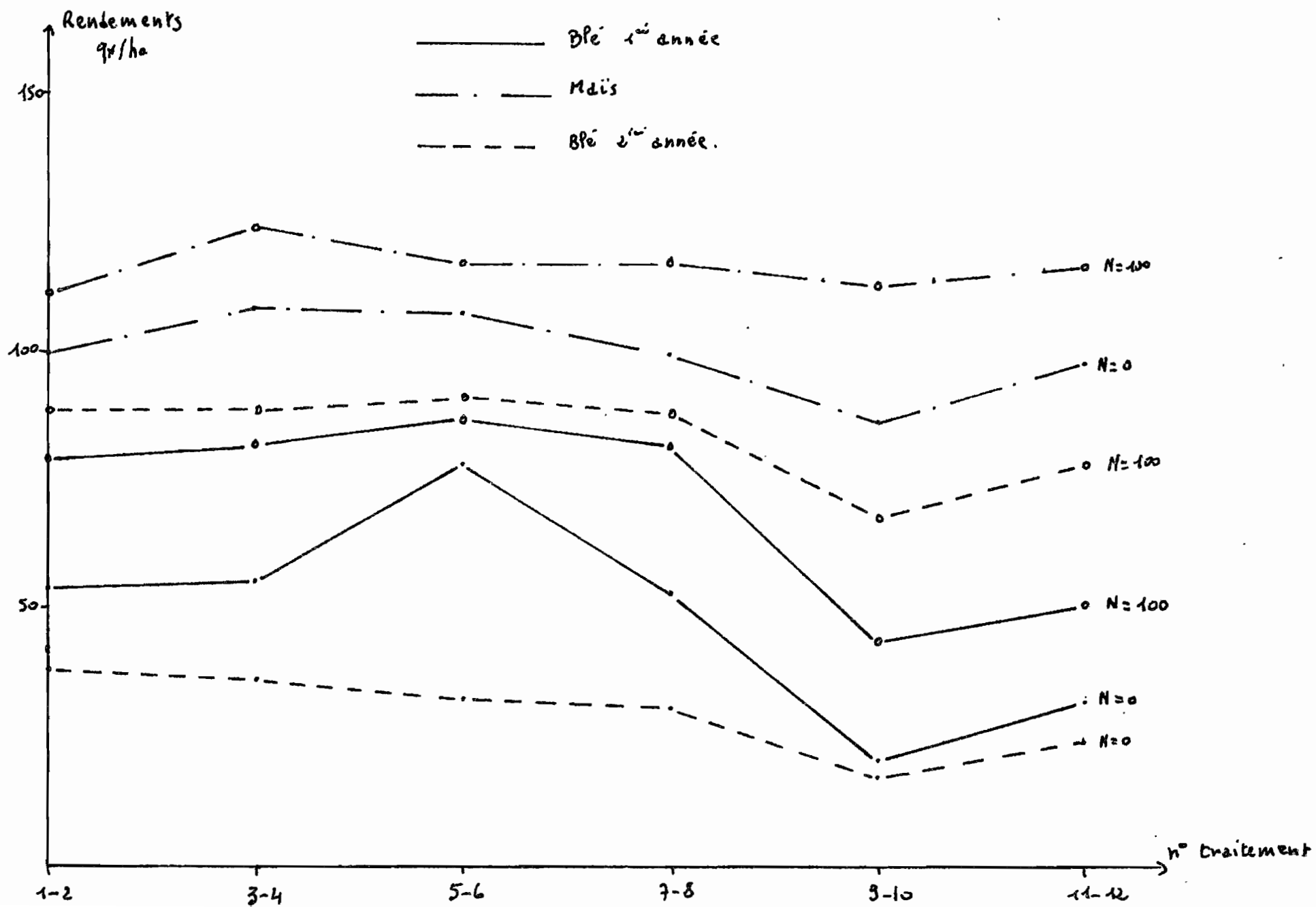
M E N S U R A T I O N S

	Traitements	I-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
Sans N	I/6	65,4	65,2	61,6	58,9	52,3	43,2
		83,1	85,8	82,8	73,3	73,3	61,6
	Différence	18,7	20,6	21,2	21	21	18,4
Avec N	I/6	93,9	93,3	95,4	95,1	93,6	89,8
	10/6	110,3	110,3	109,9	110,1	109,1	103,6
	Différence	16,4	17	14,5	15	15,5	13,8

Traitement	Rendement	BLE 1965			Rendement	BLE 1966		
		effet précédent + azoté	effet azoté	effet précédent		effet précédent + azoté	effet azoté	effet précédent
1	5,4			3,4	3,8			2
3	5,5			3,5	3,6			1,8
5	7,8			5,8	3,3			1,5
7	5,3			3,3	3,1			1,3
9	2			0	1,8			0
11	3,2			1,2	2,5Q			0,7
2	7,9	5,9	2,5	3,5	8,9	7,1	5,1	2,1
4	8,2	6,2	2,7	3,8	8,9	7,1	5,3	2,1
6	8,7	6,7	0,9	4,3	9,1	7,3	5,8	2,3
8	8,1	6,1	2,1	3,7	8,8	7	5,7	2
10	4,4	2,4	2,4	0	6,8	5	5	0
12	5	3	1,8	0,6	7,8	6	5,3	1

Les chiffres indiqués représentent le rendement total en M S .

Traitements	Apports 1963 + 1964	Exportations 1963 + 1964	Apports 1965	Exportations 1965	Bilan	Apports 1966	Rendements M S 1966
1	350	450	0	110	-210	0	38,5
3	175	425	0	115	-365	0	35,8
5	0	425	0	125	-550	0	33,5
7	300	270	0	110	- 80	0	31,5
9	0	70	0	85	-155	0	18,2
11	280	150	0	110	+ 20	0	24,6
2	300	450	100	140	-190	100	88,6
4	175	425	100	155	-305	100	89,5
6	0	425	100	150	-475	100	91,2
8	300	270	100	140	- 10	100	68,5
10	0	70	100	135	-105	100	68,2
12	280	150	100	140	+ 90	100	77,8



La réponse aux engrais serait donc proportionnelle à un certain déficit relatif et temporaire du sol, la matière organique bloquant une certaine quantité d'azote pour sa minéralisation. Il y aurait durant ce temps compétition entre la plante et les micro-organismes du sol.

Il y a donc interaction entre les restitutions d'azote par minéralisation (effet précédent) et l'azote apporté qui détermine en partie la richesse du sol sous la dépendance de laquelle se trouve la minéralisation. L'engrais apporté marque moins rapidement dans un sol bien pourvu en matière organique. Celle-ci joue le rôle d'une sorte d'éponge qui utilise l'azote apporté pour sa minéralisation et qui le restitue ensuite progressivement sous forme minéralisée.

La matière organique joue ainsi pour l'azote mis à la disposition de la plante un rôle de volant régulateur. Elle permet une alimentation constante mais peut aussi avoir pour conséquence des pertes surtout par lessivage. C'est la raison pour laquelle certains apports d'engrais peuvent paraître mieux rentabilisés dans des sols pauvres en matière organique, ce, s'ils sont faits au bon moment (période de fortes demandes de la part de la plante).

Toutefois un sol riche en matière organique et bien alimenté en engrais chimiques acquiert son potentiel optimum de production. Ces deux conditions sont complémentaires et nécessaires pour qu'une rotation soit productive et conservatrice de la fertilité.

CONCLUSION GENERALE

Quels renseignements pouvons nous tirer de cet essai ?

1 - Plus que le précédent, c'est l'azote apporté sur la culture test qui marque. C'est lui qui fait le rendement.

2 - On peut grossièrement classer les précédents de la façon suivante :

-
- Précédents prairiaux
- M B O avec restitutions
- M B O sans restitution

Toutefois cette classification dépend :

- de l'année de culture. En 1ère année le trèfle blanc s'avère supérieur aux autres traitements alors qu'en seconde année c'est le dactyle qui l'est.
- de la nature de la culture-test.
- de l'apport ou non d'engrais sur la culture
- de l'importance des maladies qui sont surtout marquées sur les traitements sans azote et sans restitution organique.

Il semble que les différences constatées proviennent, toutes choses égales par ailleurs :

- de la nature du précédent
- de l'azote apporté
- et aussi de l'interaction entre ces deux facteurs.

En effet, analysons pour chaque traitement l'influence de l'azote sur le rendement total en matière sèche d'une parcelle après culture de maïs en 1965 et de blé en 1966.

Traitement.	D	D + TB	T B	Lg	MBO(o)	M B O(o)
100 : N	19,9	21,4	22,8	20,6	18,2	19,5
pas d'N	13,8	14,4	14,1	13,1	10,4	12,2
Différence	6,1	7	6,7	7,5	7,8	7,3

Il semble que l'azote apporté est mieux utilisé par les traitements les plus pauvres en matière organique (M B O (o) surtout).