ETUDE SUR LA FERTILISATION DES SOLS AU MAROC

Deuxième partie

Effet des engrais sur le Blé tendre

C. MICHEL

SOMMAIRE

Mise au point à propos de la conception classique d'équilibre NPK
Tableau récapitulatif des résultats obtenus avec les engrais azotés, sur la Station de Fès
— Analyse globale des résultats
Groupement des résultats en vue de l'obtention de droites significatives
Interprétation détaillée des droites de régression par type d'engrais
— engrais azotés
— engrais phosphatés
— engrais potassiques

Nous avons donné dans la première partie de notre étude * les raisons qui nous ont amené à changer de méthode d'interprétation en matière de fertilisation et à adopter la méthode de régression.

Nous exposerons dans ce chapitre les premières conclusions que nous avons pu tirer, à l'aide de la fonction de régression, des essais classiques de fumure portant sur le blé tendre entrepris depuis 1947 à la Recherche agronomique au Maroc, sous la direction de M. DUFRESSE et W. HUTTER.

Il nous faut cependant faire une mise au point au départ. Nous avons volontairement classé les engrais en engrais azotés, phosphatés et potassiques pour étudier séparément l'action des différents types. Mais en fait, dans presque tous les cas, nous avons affaire à une formule complète NPK. L'apport de chaque type d'engrais s'accompagne toujours d'une fumure complémentaire composée des deux autres ; en réalité, ce qu'on étudie n'est pas tant l'influence d'un élément isolé, mais plutôt son action sur l'efficacité d'une formule complète, par exemple : l'effet de

* Etude sur la fertilisation des sols au Maroc, Al Awamia 3, avril 1962.

Al Awamia 4, 41-96, juillet 1962.

20 unités d'N du sulfate d'ammoniaque dans une fumure composée de 100 kg de sulfate d'ammoniaque, 400 kg de superphosphate et 100 kg de chlorure de potassium.

D'autre part, à la lumière des théories émises par le Professeur HOMES, il ressort que certaines formules de fumure, qui semblent être identiques si on se base sur la notion d'unités fertilisantes, sont tout à fait différentes les unes des autres quand on les transforme en équivalents chimiques. Prenons par exemple les mélanges suivants :

Mélange 1	Sulfate d'ammoniaque	100 kg
	Superphosphate	400 kg
	Chlorure de potassium	100 kg
Mélange 2	Sulfate d'ammoniaque	100 kg
	Scories	400 kg
	Chlorure de potassium	100 kg

Si nous les convertissons d'une part en unités fertilisantes et d'autre part en proportions ioniques à partir des équivalents chimiques contenus dans chacun d'eux, il ressort que dans le premier cas (TABLEAU a) les formules 1 et 2 sont équivalentes puisqu'elles apportent le même nombre d'unités fertilisantes à l'hectare

TABLEAU a

MÉLANGE \ UNITÉS FERTILISANTES	UNITÉS de N	UNITÉS de P	UNITÉS de K
1	20	60	50
2	20	60	50

En revanche dans le second cas, (TABLEAU b), elles diffèrent sensiment :

TABLEAU b

MÉLANGE	DOSE EN ÉQUIVALENTS	RAPPORT ANION/CATION	ANIONS				CATIONS	
			N %	S %	P %	Cl %	K %	Ca %
1	12 000	1,60	19	33	34	14	23	77
2	14 000	0,85	22	22	39	17	14	86

— le mélange 2 est plus riche en équivalents que le mélange 1,

— le rapport : $\frac{\text{somme des anions}}{\text{somme des cations}}$ du mélange 2 est deux fois moins élevé que celui du mélange 1,

— les éléments de l'équilibre chimique du mélange 2 se classent de façon sensiblement différente par rapport à ceux de l'équilibre chimique du mélange 1, tout au moins pour le groupe anionique

Mélange 1 : P (34 %) $\geqslant$ S (33 %) $>$ N (19 %) $>$ Cl (14 %)

Mélange 2 : P (39 %) $>$ S (22 %) $=$ N (22 %) $>$ Cl (17 %)

Il est possible que l'expression des formules d'engrais en équivalents chimiques permette, dans beaucoup de cas, d'expliquer certaines différences ou au contraire certaines similitudes d'action qui peuvent paraître anormales.

Cependant, dans cette deuxième partie de notre étude, nous nous conformerons à la conception classique d'expression des mélanges en unités fertilisantes pour la comparaison des différents types d'engrais. Nous nous proposons ultérieurement de revoir ces résultats d'essais en tenant compte des équilibres ioniques caractérisant les diverses formules de fumure expérimentées.

RESULTATS OBTENUS PAR ANNEE ET PAR TRAITEMENT

Pour établir cette étude nous avons utilisé les résultats des essais obtenus sur différentes stations pendant un certain nombre d'années ; ces résultats ont été réunis sous forme de tableaux de détail qui nous ont servi à l'élaboration de tableaux synthétiques utilisés pour tirer les conclusions des essais entrepris. Il ne nous est pas possible, faute de place, de présenter les tableaux de détail « in extenso » ; toutefois, afin de permettre au lecteur de suivre le processus d'élaboration, nous donnons en exemple le tableau de détail des résultats provenant des essais d'engrais azotés exécutés à la station de Fès.

Essais d'engrais azotés
Station de Fès

Essais	Années	Traitements	Rendements			Corrélation		Régression		
			RT	Rt	Accr.	r	P	b	L	a
Engrais azotés	1948 (N = 4) Var. 386	S.A. 100 kg au semis	25,50	25,75	+ 0,25	— 0,4070	> 0,10	— 0,88	25,78	22,69
		S.A. 150 kg au semis	25,50	25,00	— 0,50	— 0,9370	0,10	— 2,55	25,30	64,52
		S.A. 200 kg au semis	25,50	25,75	+ 0,25	— 0,8870	> 0,10	— 2,11	25,61	54,05
		N.C. 154 kg au semis	25,50	27,75	+ 2,25	— 0,5550	> 0,10	— 0,55	29,58	16,27
		N.C. 231 kg au semis	25,50	24,0	— 1,50	— 0,6250	> 0,10	— 1,33	26,62	35,41
		N.C. 308 kg au semis	25,50	25,50	0,00	— 0,9450	0,10	— 0,88	25,50	22,44
		Am N 200 kg au semis	25,50	22,50	— 3,00	— 0,9540	0,05	— 1,15	22,88	26,32
		Am N 150 kg au semis + 50 kg au tallage	25,50	25,50	0,00	— 0,6660	> 0,10	— 0,44	25,50	11,22
		S.A. 100 kg au semis + 50 kg au tallage	25,50	21,75	— 3,75	— 0,3330	> 0,10	— 0,33	14,12	4,66
		Fumure complémentaire S 400 kg ; K Cl 100 kg								
	1950 (N = 4) Var. 386	S.A. 100 kg au semis	26,20	27,20	+ 1,00	— 0,9270	0,10	— 0,85	27,38	23,27
		S.A. 150 kg au semis	26,20	27,20	+ 1,00	— 0,9680	0,05	— 1,71	26,78	45,80
		S.A. 200 kg au semis	26,20	25,45	— 0,75	— 0,8430	> 0,10	— 1,57	26,67	41,88
		N.C. 154 kg au semis	26,20	26,20	0,00	— 0,8020	> 0,10	— 1,23	26,19	32,22
		N.C. 231 kg au semis	26,20	25,95	— 0,25	— 0,8250	> 0,10	— 1,28	26,39	33,78
		N.C. 308 kg au semis	26,20	24,20	— 2,00	— 0,7750	> 0,10	— 0,23	17,47	4,02
		Am N 200 kg au semis	26,50	24,95	— 1,25	— 0,8860	> 0,10	— 2,14	25,61	54,81
		Am N 150 kg au semis + 50 kg au tallage	26,20	27,20	+ 1,00	— 0,8160	> 0,10	— 1,57	26,83	42,13
		S.A. 100 kg au semis + 50 kg au tallage	26,20	23,20	— 3,00	— 0,7730	> 0,10	— 0,95	23,04	21,89
		Fumure complémentaire S 400 kg ; K Cl 100 kg								

1952 (N = 4) Var. 386	S.A. 100 kg au semis	13,50	13,50	0,00	— 0,7420	> 0,10	+ 0,30	13,50	— 4,05
	S.A. 150 kg au semis	13,50	18,50	+ 5,00	— 0,4580	> 0,10	+ 0,25	6,50	— 1,63
	S.A. 200 kg au semis	13,50	15,50	+ 2,00	— 0,9840	0,02	— 1,53	14,80	22,65
	N.C. 154 kg au semis	13,50	14,75	+ 1,25	— 0,8290	> 0,10	— 1,19	14,54	17,31
	N.C. 231 kg au semis	13,50	13,75	+ 0,25	— 0,8310	> 0,10	— 1,40	13,67	19,15
	N.C. 308 kg au semis	13,50	13,50	0,00	— 0,8030	> 0,10	— 0,82	13,50	11,07
	Am N 200 kg au semis	13,50	14,50	+ 1,00	— 0,6230	> 0,10	— 0,86	14,66	12,61
	Am N 150 kg au semis + 50 kg au tallage	13,50	13,50	0,00	— 0,9350	0,10	— 1,86	13,50	25,11
	S.A. 100 kg au semis + 50 kg au tallage	13,50	14,00	+ 0,50	— 0,9840	0,02	— 1,09	13,95	15,21
	Fumure complémentaire S 400 kg ; K Cl 100 kg								
1953 (N = 4) Var. 386	S.A. 100 kg au semis	25,25	24,50	— 0,75	— 0,9120	0,10	— 1,03	24,27	25,00
	S.A. 150 kg au semis	25,25	26,25	+ 1,00	— 0,6750	> 0,10	— 0,50	27,00	13,50
	S.A. 200 kg au semis	25,25	25,25	0,00	— 0,9830	0,02	— 1,41	25,00	35,25
	N.C. 154 kg au semis	25,25	26,75	+ 1,50	— 0,7140	> 0,10	— 1,10	26,36	29,00
	N.C. 231 kg au semis	25,25	24,50	— 0,75	— 0,9700	0,05	— 1,10	24,31	26,75
	N.C. 308 kg au semis	25,25	25,25	0,00	— 0,9270	0,10	— 1,22	25,00	30,50
	Am N 200 kg au semis	25,25	28,25	+ 3,00	— 0,8113	> 0,10	— 1,62	27,00	43,90
	Am N 150 kg au semis + 50 kg au tallage	25,25	23,75	— 1,50	— 0,9730	0,05	— 1,12	23,66	26,50
	S.A. 100 kg au semis + 50 kg au tallage	25,25	28,75	+ 3,50	— 0,9170	0,10	— 1,55	27,25	42,25
	Fumure complémentaire S 400 kg ; K Cl 100 kg								

(*Suite*)

Essais	Années	Traitements	Rendements			Corrélation		Régression		
			Rt	Rt	Accr.	r	p	b	L	a
Engrais azotés	1954 (N = 4) Var. 386	S.A. 100 kg au semis	17,00	20,00	+ 3,00	— 0,2875	> 0,10	— 0,25	29,00	7,25
		S.A. 150 kg au semis	17,00	13,75	— 3,25	— 0,9530	0,05	— 1,06	13,93	14,77
		S.A. 200 kg au semis	17,00	17,37	+ 0,37	— 0,8554	> 0,10	— 1,04	17,35	18,05
		N.C. 154 kg au semis	17,00	17,10	+ 0,10	— 0,6892	> 0,10	— 0,72	17,13	12,34
		N.C. 231 kg au semis	17,00	17,80	+ 0,80	— 0,9584	0,05	— 1,76	17,45	30,72
		N.C. 308 kg au semis	17,00	16,50	— 0,50	— 0,9488	0,10	— 1,66	16,69	27,72
		Am N 200 kg au semis	17,00	19,25	+ 2,25	— 0,1289	> 0,10	— 0,09	42,00	3,78
		Am N 150 kg au semis + 50 kg au tallage	17,00	14,75	— 2,25	— 0,8478	> 0,10	— 1,70	15,67	26,65
		S.A. 100 kg au semis + 50 kg au tallage	17,00	19,12	+ 2,12	— 0,5259	> 0,10	— 0,58	20,65	11,98
		Fumure complémentaire S 400 kg ; K Cl 100 kg								
	1955 (N = 6) Var. 386	S.A. 100 kg au semis	18,90	18,73	— 0,16	— 0,4077	> 0,10	— 0,36	18,44	6,64
		S.A. 100 kg au semis	18,90	18,91	+ 0,01	— 0,8311	0,05	— 0,89	18,91	16,83
		N.C. 154 kg au tallage S.A. 100 kg au semis N.C. 154 kg au tallage	18,90	18,06	— 0,83	— 0,6688	> 0,10	— 0,94	18,01	16,93
		N.C. 154 kg à l'épiaison S.A. 100 kg au semis	18,90	19,50	+ 0,60	— 0,8291	0,05	— 0,52	20,03	10,42
		S 400 kg au semis S.A. 100 kg au semis S 400 kg au semis	18,90	20,68	+ 1,78	— 0,0242	> 0,10	— 0,02	70,50	1,41
		N.C. 154 kg au tallage S 400 kg au tallage S.A. 100 kg au semis S 400 kg au semis N.C. 154 kg au tallage S 400 kg au tallage N.C. 154 kg à l'épiaison S 400 kg à l'épiaison	18,90	20,76	+ 1,86	— 0,6089	> 0,10	— 0,67	21,67	14,52

1956 (N = 6) Var. 386	S.A. 100 kg au semis S.A. 100 kg au semis	17,13	16,63	— 0,50	+ 0,1654	> 0,10	+ 0,21	19,47	4,09
	N.C. 154 kg au tallage S.A. 100 kg au semis N.C. 154 kg au tallage	17,13	14,70	— 2,43	— 0,6199	> 0,10	— 1,43	15,39	22,02
	N.C. 154 kg à l'épiaison S.A. 100 kg au semis	17,13	16,73	— 0,40	— 0,7009	> 0,10	— 0,95	16,67	15,84
	S 400 kg au semis S.A. 100 kg au semis S 400 kg au semis	17,13	15,80	— 1,33	— 0,1879	> 0,10	— 0,39	13,66	5,33
	N.C. 154 kg au tallage S 400 kg au tallage S.A. 100 kg au semis S 400 kg au semis N.C. 154 kg au tallage S 400 kg au tallage N.C. 154 kg à l'épiaison S 400 kg à l'épiaison	17,13	17,66	+ 0,53	— 0,7724	0,10	— 0,88	17,69	15,57
		17,13	16,00	— 1,13	— 0,4651	> 0,10	— 0,86	15,77	13,57
1957 (N = 6) Var. 386	S.A. 100 kg au semis S.A. 100 kg au semis	22,00	18,70	— 3,30	— 0,5328	> 0,10	— 0,36	12,83	4,62
	N.C. 154 kg au tallage S.A. 100 kg au semis N.C. 154 kg au tallage	22,00	23,23	+ 1,23	— 0,5945	> 0,10	— 0,88	23,39	20,59
	N.C. 154 kg à l'épiaison S.A. 100 kg au semis	22,00	21,13	— 0,86	— 0,0498	> 0,10	— 0,03	6,66	0,20
	S 400 kg au semis S.A. 100 kg au semis S 400 kg au semis	22,00	20,96	— 1,03	— 0,8146	0,05	— 0,88	21,36	18,33
	N.C. 154 kg au tallage S 400 kg au tallage S.A. 100 kg au semis S 400 kg au semis N.C. 154 kg au tallage S 400 kg au tallage N.C. 154 kg à l'épiaison S 400 kg à l'épiaison	22,00	23,06	+ 1,06	— 0,7437	0,10	— 0,56	23,89	13,38
		22,00	23,23	+ 1,23	— 0,6232	> 0,10	— 0,46	24,67	11,35

(*Suite*)

Essais	Années	Traitements	Rendements			Corrélation		Régression		
			RT	Rt	Accr.	a	p	b	L	r
Engrais azotés	1955 (N = 6) Var. 386	S.A. 150 kg au semis	16,85	15,25	— 1,60	+ 0,1009	> 0,10	+ 0,10	32,80	— 3,28
		N.C. 230 kg au semis	16,85	16,36	— 0,48	— 0,3877	> 0,10	— 0,26	14,92	3,88
		Am N 150 kg au semis	16,85	17,36	+ 0,51	— 0,8537	0,05	— 0,70	17,52	12,27
		Urée 65 kg au semis	16,85	16,50	— 0,35	— 0,6177	> 0,10	— 0,43	15,97	6,87
		Fumure complémentaire								
		S 400 kg								
		K Cl 100 kg								
	1956 (N = 6) Var. 386	S.A. 150 kg au semis	15,43	13,50	— 1,93	— 0,6207	> 0,10	— 1,64	14,21	23,32
		N.C. 230 kg au semis	15,43	13,00	— 2,43	— 0,6247	> 0,10	— 1,25	13,45	16,82
		Am N 150 kg au semis	15,43	10,76	— 4,67	— 0,6683	> 0,10	— 1,51	12,31	18,59
		Urée 65 kg au semis	15,43	11,70	— 3,73	— 0,5460	> 0,10	— 1,21	15,39	14,90
		Fumure complémentaire								
		S 400 kg								
		K Cl 100 kg								
	1957 (N = 6) B.T 386	S.A. 150 kg au semis	22,77	20,56	— 2,21	— 0,4574	> 0,10	— 0,51	18,37	9,37
		N.C. 230 kg au semis	22,77	21,70	— 1,06	— 0,5606	> 0,10	— 0,66	21,09	13,92
		Am N 150 kg au semis	22,77	22,83	+ 0,66	— 0,8366	0,05	— 1,45	22,74	32,97
		Urée 65 kg au semis	22,77	21,30	— 1,46	— 0,2864	> 0,10	— 0,24	16,58	3,98
		Fumure complémentaire								
		S 400 kg								
		K Cl 100 kg								

1955 (N = 6) 1. Var. 2511 et 2. Var. 2970	1. S.A. 200 kg au semis	21,93	22,43	+ 0,50	— 0,7684	0,10	— 1,03	22,37	23,05
	S.A. 400 kg au semis	21,93	19,63	— 2,30	— 0,8200	0,05	— 0,90	19,34	17,41
	S.A. 600 kg au semis	21,93	19,56	— 2,36	— 0,8148	0,05	— 1,68	20,49	34,43
	2. S.A. 200 kg au semis	26,43	24,86	— 1,56	— 0,8440	0,05	— 1,14	25,39	28,95
	S.A. 400 kg au semis	26,43	22,63	— 3,80	+ 0,3893	> 0,10	+ 0,54	34,17	— 18,05
	S.A. 600 kg au semis	26,43	21,10	— 5,33	— 0,8148	0,05	— 1,66	23,18	38,49
	Fumure complémentaire S 400 kg ; K Cl 100 kg								
1957 (N = 6) 1. Var. 2511 et 2. Var. 2970	1. S.A. 200 kg au semis	21,30	20,00	— 1,30	— 0,9053	0,02	— 1,29	20,28	26,17
	S.A. 400 kg au semis	21,30	21,83	+ 0,53	— 0,7406	0,10	— 0,46	22,43	10,32
	S.A. 600 kg au semis	21,30	19,36	— 1,93	— 0,5651	0,10	— 0,64	18,28	11,70
	2. S.A. 200 kg au semis	16,20	15,10	— 1,10	— 0,7908	0,10	— 1,28	15,33	19,63
	S.A. 400 kg au semis	16,20	21,03	+ 4,83	— 0,8232	0,05	— 1,21	20,19	24,43
	S.A. 600 kg au semis	16,20	16,53	+ 0,33	— 0,6831	> 0,10	— 1,15	16,48	18,96
	Fumure complémentaire S 400 kg ; K Cl 100 kg								

RT = Rendement des témoins
Rt = Rendement des traitements
Var. = Variété
S.A. = Sulfate d'ammoniaque
N.C. = Nitrate de chaux
Am N = Ammonitrate

S = Superphosphate
H = Hyperphosphate
K = Kourifos
Sc = Scories
PhB = Phosphate bicalcique
K Cl = Chlorure de potassium

$K_2 SO_4$ = Sulfate de potasse
(S) = Apport au semis
(S + T) = Apport au semis et au tallage
(S + T + E) = Apport au semis, au tallage et à l'épiaison

L'analyse de ces données nous permet de faire certaines constatations :

Dans tous les essais, sauf en de rares exceptions pour quelques traitements, la fonction de régression est décroissante et on obtient une valeur limite L au-delà de laquelle l'action des engrais est dépressive.

La probabilité de la corrélation entre les rendements des parcelles témoins et ceux des parcelles traitées est souvent très faible. Mais, comme nous l'avons déjà souligné dans la première partie de notre étude, cela provient de la trop grande homogénéité du sol, du dispositif en bloc utilisé, du nombre réduit de répétitions et, dans certains cas, du nombre élevé de traitements.

La valeur de L paraît assez uniforme et varie souvent autour d'un même chiffre pour une même année : elle peut servir à caractériser l'année. Cependant pour certains traitements elle est plus élevée, c'est le cas notamment lorsque la fumure minérale s'accompagne d'une fumure organique (essais d'engrais azotés à Boulaouane). Cela laisse entrevoir la possibilité d'utiliser certains facteurs pour augmenter la valeur de L et permettre aux engrais d'avoir une action positive même quand la fertilité du sol est élevée.

Le coefficient « b », dérivé de la fonction de régression, et le coefficient « a » qui permet de chiffrer l'efficacité des engrais au niveau de fertilité nulle, varient pour une même année suivant les traitements : c'est ce qui rend possible la comparaison entre traitements.

GROUPEMENT DES RESULTATS

Pour arriver à tirer des conclusions valables à partir de droites de régression significatives, nous avons groupé des années semblables en prenant comme base la valeur de la limite L. En effet, l'action d'un traitement semble être sensiblement la même quelle que soit l'année pourvu que la valeur de L corresponde toujours au même niveau de fertilité. Dans ces conditions, en établissant la droite de régression pour plusieurs années identiques, nous parvenons à augmenter le nombre de répétitions dans le temps et à obtenir une meilleure signification que celle obtenue avec les droites de régression par année. Nous avons en revanche laissé de côté certaines années pour lesquelles les valeurs de L, par suite de facteurs que nous n'avons pas encore pu définir, sont trop faibles.

Toujours dans le but d'augmenter le nombre de répétitions, nous avons dans certains cas réuni, pour une même année, des traitements qui diffèrent peu ou qui agissent dans le même sens. Nous nous sommes basés pour cela sur les valeurs de a et de b.

Tableaux synthétiques des traitements

I. Station de Fès

Essais	Années	Traitements	Rendements			Corrélation		Régression		
			RT	Rt	Accr.	r	p	b	L	a
Engrais azotés	1948 1950 1953 (N = 12) Var. 386	S.A. 100 kg au semis	25,67	25,83	+ 0,16	— 0,7924	0,02	— 0,96	25,83	24,80
		S.A. 150 kg au semis	25,67	26,17	+ 0,50	— 0,6739	0,02	— 0,80	26,30	21,04
		S.A. 200 kg au semis	25,67	25,51	— 0,16	— 0,9355	0,001	— 1,48	25,56	37,83
		S.A. 100 kg au semis + 50 kg au tallage	25,67	24,58	— 1,09	— 0,7814	0,01	— 1,45	24,92	36,13
		N.C. 154 kg au semis	25,67	26,92	+ 1,25	— 0,7267	0,01	— 1,11	26,79	29,74
		N.C. 231 kg au semis	25,67	24,83	— 0,84	— 0,8619	0,001	— 1,12	24,92	27,91
		N.C. 308 kg au semis	25,67	25,00	— 0,67	— 0,8783	0,001	— 1,08	25,05	27,05
		Am N 200 kg au semis	25,67	25,00	— 0,67	— 0,9018	0,001	— 1,83	25,30	46,30
		Am N 150 kg au semis + 50 kg au tallage	25,67	25,50	— 0,17	— 0,8405	0,001	— 1,10	25,52	28,07
		Fumure complémentaire S 400 kg K Cl 100 kg								
	1955 1957 (N = 12) Var. 386	S.A. 100 kg au semis S 400 kg au semis	20,45	20,23	— 0,22	— 0,8108	0,01	— 0,81	20,17	16,34
		S.A. 100 kg au semis S 400 kg au semis N.C. 154 kg au tallage S 400 kg au tallage	20,45	21,87	+ 1,42	— 0,6494	0,05	— 0,48	23,42	11,24
		S.A. 100 kg au semis S 400 kg au semis N.C. 154 kg au tallage S 400 kg au tallage N.C. 154 kg à l'épiaison S 400 kg à l'épiaison	20,45	22,00	+ 1,55	— 0,6090	0,05	— 0,44	23,86	10,50

Essais	Années	Traitements	Rendements			Corrélation		Régression		
			Rt	Rt	Accr.	r	p	b	L	a
	1956 1957 (N = 24) Var. 2511 et 2970	S.A. 200 kg au semis S.A. 400 kg au semis S.A. 600 kg au semis *Fumure complémentaire* S 400 kg ; K Cl 100 kg	21,46 21,46 21,46	20,60 21,28 19,14	— 0,86 — 0,18 — 2,32	— 0,5772 — 0,7160 — 0,6767	0,01 0,001 0,001	— 0,59 — 0,74 — 0,80	20,00 21,21 18,55	11,80 15,70 14,84
Engrais phosphatés	1950 1951 1952 1953 1954 (N = 60) Var. 386	H 600 - 900 kg au semis K 600 - 900 kg au semis S 400 - 600 kg au semis Sc 400 - 600 kg au semis *Fumure complémentaire* S.A. 100 kg K Cl 100 kg	24,60 24,60 24,60 24,60	23,58 23,26 23,34 23,84	— 1,02 — 1,34 — 1,27 — 0,75	— 0,3514 — 0,4557 — 0,2808 — 0,4137	0,01 0,001 0,05 0,001	— 0,36 — 0,52 — 0,34 — 0,58	21,75 22,02 20,85 23,29	7,83 11,45 7,09 13,51
	1955 (N = 6) Var. 386	H 750 kg au semis Ph. B. 230 kg au semis S 500 kg au semis *Fumure complémentaire* S.A. 100 kg K Cl 100 kg	17,76 17,76 17,76	18,73 19,53 19,73	+ 0,96 + 1,76 + 1,96	— 0,9208 — 0,9514 — 0,9565	0,01 0,01 0,01	— 1,15 — 1,37 — 1,03	18,59 19,04 19,66	21,38 26,09 20,25
Engrais potassiques	1948 1950 1951 1952 1953 1954 (N = 24)	K Cl 100 kg au semis K Cl 150 kg au semis K Cl 200 kg au semis $K_2 SO_4$ 100 kg au semis $K_2 SO_4$ 150 kg au semis $K_2 SO_4$ 200 kg au semis *Fumure complémentaire* S.A. 100 kg S 400 kg	22,08 22,08 22,08 22,08 22,08 22,08	22,08 21,08 23,37 23,16 22,33 24,04	0,00 — 1,00 + 1,29 + 1,08 + 0,25 + 1,96	— 0,7964 — 0,6983 — 0,6199 — 0,6313 — 0,4697 — 0,5521	0,001 0,001 0,01 0,001 0.05 0,001	— 0,63 — 0,63 — 0,66 — 0,48 — 0,35 — 0,43	22,07 20,58 24,03 24,31 22,25 26,60	13,91 12,97 15,86 11,67 7,79 11,44

II. Station de Xavier-Bernard

Essais	Années	Traitements	Rendements			Corrélation		Régression		
			RT	Rt	Accr.	r	p	b	L	a
Engrais azotés	1950 (N = 4) Var. 2306	S.A. 100 kg au semis	10,57	12,57	+ 2,00	— 0,7771	> 10,10	— 3,70	11,00	40,85
		S.A. 200 kg au semis	10,57	12,02	+ 1,45	— 0,8333	> 0,10	— 3,73	10,90	40,70
		N.C. 130 kg au semis	10,57	9,77	— 0,80	— 0,8461	> 0,10	— 1,37	10,10	13,80
		N.C. 260 kg au semis	10,57	11,02	+ 0,45	— 0,9210	0,10	— 1,91	10,70	20,50
		Am N 200 kg au semis	10,57	12,50	+ 1,93	— 0,8369	> 0,10	— 3,48	11,00	38,46
		S.A. 100 kg au semis + 50 kg au tallage	10,57	11,72	+ 1,15	— 0,6860	> 0,10	— 1,65	11,30	18,70
		Fumure complémentaire								
		S 400 kg								
		K Cl 100 kg								
	1957 (N = 12) Var. 2511 et 2970	S.A. 200 kg au semis	22,78	22,91	+ 1,23	— 0,6610	0,20	— 0,47	23,04	10,83
		S.A. 400 kg au semis	22,78	24,00	+ 1,22	— 0,7233	0,01	— 0,75	24,40	18,30
		S.A. 600 kg au semis	22,78	22,58	— 0,47	— 0,7412	0,01	— 0,47	22,34	10,50
		Fumure complémentaire								
		S 400 kg								
		K Cl 100 kg								
Engrais phosphatés	1952 (N = 6) Var. 2306	H 600 kg au semis	15,00	11,60	— 3,40	— 0,8435	0,05	— 1,08	11,87	12,82
		K 600 kg au semis	15,00	12,33	— 2,66	— 0,8219	0,05	— 0,85	11,87	10,09
		S 400 kg au semis	15,00	15,00	0,00	— 0,8000	0,10	— 1,12	15,00	16,80
		Fumure complémentaire								
		S.A. 100 kg								
		K Cl 100 kg								
	1953 (N = 6) Var. 2306	H 600 kg au semis	17,0	17,0	0,00	— 0,8577	0,05	— 1,80	17,00	30,60
		K 600 kg au semis	17,0	19,0	+ 2,00	— 0,8285	0,05	— 1,08	18,87	20,38
		Fumure complémentaire								
		S.A. 100 kg								
		K Cl 100 kg								

Essais	Années	Traitements	Rendements			Corrélation		Régression		
			RT	Rt	Accr.	r	p	b	L	a
	1956	S 550 - 1 100 - 1 650 kg au semis (N = 16)	20,32	19,14	— 1,18	— 0,7541	0,001	— 1,02	19,16	19,54
		H 825 - 1 650 - 2 475 kg au semis (N = 15)	20,35	19,04	— 1,31	— 0,5148	0,05	— 0,62	18,24	11,31
		Fumure complémentaire S.A. 100 kg K Cl 100 kg								
	1957 (N = 18)	S 550 - 1 100 - 1 650 kg au semis	19,91	22,89	+ 3,98	— 0,5825	0,01	— 1,07	23,63	25,28
		H 825 - 1 650 - 2 475 kg au semis	19,91	22,93	+ 4,02	— 0,5716	0,01	— 1,04	23,77	24,72
		Fumure complémentaire S.A. 100 kg K Cl 100 kg								
Engrais potassiques	1948 1950 Var. 2306	K Cl 100 kg au semis (N = 7)	7,79	9,92	+ 2,13	— 0,7680	0,05	— 0,88	10,22	8,99
		K Cl 200 kg au semis (N = 9)	6,97	9,20	+ 2,23	— 0,7754	0,02	— 0,73	10,03	7,32
		$K_2 SO_4$ 100 kg au semis (N = 9)	6,97	8,27	+ 1,30	— 0,7592	0,02	— 0,57	9,25	5,27
		$K_2 SO_4$ 200 kg au semis (N = 9)	6,97	7,89	+0,92	— 0,8842	0,01	— 1,05	7,85	8,24
		Fumure complémentaire S.A. 100 kg S 400 kg								

III. Station de Boulaouane

Essais	Années	Traitements	Rendements			Corrélation		Régression		
			Rr	Rt	Accr.	r	p	b	L	a
Engrais azotés	1955 (N = 12) Var. 2306	S.A. 150 kg au semis	15,73	16,45	+ 0,72	— 0,8242	0,001	— 1,06	16,40	17,39
		S.A. 150 kg au semis N.C. 150 kg au tallage	15,73	16,75	+ 1,02	— 0,8196	0,001	— 0,82	16,96	13,91
		S.A. 150 kg au semis N.C. 150 kg au tallage N.C. 150 kg à l'épiaison	15,73	17,84	+ 2,11	— 0,5589	0,05	— 0,73	18,61	13,59
	1956 (N = 12) Var. 2306	S.A. 150 kg au semis	6,78	11,06	+ 4,28	— 0,7749	0,01	— 1,64	9,38	15,39
		S.A. 150 kg au semis N.C. 150 kg au tallage	6,78	16,77	+ 9,99	— 0,4298	> 0,10	— 0,58	24,00	13,92
		S.A. 150 kg au semis N.C. 150 kg au tallage N.C. 150 kg à l'épiaison	6,78	16,50	+ 9,72	— 0,8090	0,01	— 1,17	15,08	17,65
	1957 (N = 18) Var. 2306	Sans fumier								
		S.A. 200 kg au semis	15,41	22,86	+ 7,44	— 0,6544	0,01	— 0,82	24,47	20,07
		S.A. 200 kg au semis N.C. 310 kg au tallage	15,41	24,60	+ 9,19	— 0,6642	0,01	— 0,88	25,85	22,75
		S.A. 200 kg au semis N.C. 310 kg au tallage N.C. 150 kg à l'épiaison	15,41	24,85	+ 9,43	— 0,6831	0,01	— 0,83	26,77	22,22
		Avec fumier								
		S.A. 200 kg au semis	17,77	23,83	+ 6,06	— 0,7144	0,001	— 0,98	23,94	23,47
		S.A. 200 kg au semis N.C. 310 kg au tallage	17,77	25,18	+ 7,68	— 0,7620	0,001	— 0,83	27,02	22,43
		S.A. 200 kg au semis N.C. 310 kg au tallage N.C. 150 kg à l'épiaison	17,77	27,20	+ 9,43	— 0,5112	0,05	— 0,59	33,74	19,91

Essais	Années	Traitements	Rendements			Corrélation		Régression		
			RT	Rt	Accr.	r	p	b	L	a
Engrais azotés	1958 (N = 18) Var. 2306	Sans fumier								
		S.A. 200 kg au semis	5,31	15,44	+10,13	— 0,7339	0,001	— 0,94	16,08	15,12
		S.A. 200 kg au semis N.C. 310 kg au tallage	5,31	8,71	+ 3,40	— 0,6464	0,01	— 0,68	10,30	7,01
		S.A. 200 kg au semis N.C. 310 kg au tallage N.C. 150 kg à l'épiaison	5,31	5,24	— 0,07	— 0,6356	0,01	— 0,67	5,22	3,50
		Avec fumier								
		S.A. 250 kg au semis (N = 16)	6,89	18,90	+12,01	— 0,8190	0,001	— 1,03	18,55	19,11
		S.A. 200 kg au semis N.C. 310 kg au tallage	6,79	12,01	+ 5,22	— 0,4015	> 0,10	— 0,72	14,04	10,11
		S.A. 200 kg au semis N.C. 310 kg au tallage N.C. 150 kg à l'épiaison	6,79	7,19	+ 0,40	— 0,3323	> 0,10	— 0,25	8,36	2,09
	1959 (N = 18) Var. 2306	Sans fumier								
		S.A. 200 kg au semis	9,26	11,85	+ 2,59	— 0,4911	0,05	— 0,78	12,61	9,87
		S.A. 200 kg au semis N.C. 310 kg au tallage	9,26	13,12	+ 3,86	— 0,8826	0,001	— 1,58	11,70	18,49
		S.A. 200 kg au semis N.C. 310 kg au tallage N.C. 150 kg à l'épiaison	9,26	12,88	+ 3,62	— 0,7476	0,001	— 1,17	12,35	14,45
		Avec fumier								
		S.A. 200 kg au semis	12,21	13,41	+ 1,20	— 0,4643	0,10	— 0,46	14,80	6,81
		S.A. 200 kg au semis N.C. 310 kg au tallage	12,21	15,07	+ 2,86	— 0,6350	0,01	— 0,82	15,69	12,87
		S.A. 200 kg au semis N.C. 310 kg au tallage N.C. 150 kg à l'épiaison	12,21	15,25	+ 3,04	— 0,7140	0,001	— 0,61	17,18	10,48

INTERPRETATION DES RESULTATS

Nous tenons compte, dans la discussion relative à chaque essai, du caractère à la fois qualitatif et quantitatif de la méthode de régression.

Caractère qualitatif. Pour différencier les traitements, nous faisons appel aux coefficients a et b dans l'équation

$$y = a - bx \; ; \; [1]$$

en effet, pour un traitement donné, son efficacité est d'autant plus grande que les valeurs de a et b, qui caractérisent son action, sont plus élevées. Cependant la valeur de la limite d'action L varie souvent en sens inverse de celle de b.

Caractère quantitatif. Partant des droites de régression nous avons estimé, par traitements, les accroissements de rendement qu'on peut espérer à différents niveaux de fertilité : par exemple fertilité élevée, moyenne et faible. Ceci est variable suivant la Station et suivant l'année.

Engrais azotés

Station de Fès

Années 1948 - 1950 - 1953 (GRAPH. 1) L min. 24,9 — L max. 26,7

Les engrais azotés augmentent de façon très nette les rendements mais leur action devient négative dès que la fertilité naturelle du sol atteint environ 25 quintaux à l'hectare. Dans les conditions de l'expérience, les accroissements de rendement sont pratiquement nuls du fait que le rendement moyen des parcelles témoins se confond avec la valeur de L.

La forme sous laquelle l'engrais est apporté influe sur son efficacité. L'ammonitrate qui fournit l'azote à la fois nitrique et ammoniacal paraît être plus intéressant que le sulfate d'ammoniaque (azote ammoniacal) qui se montre lui-même supérieur au nitrate de chaux (azote nitrique). En effet si nous comparons les valeurs de « b » et de « a » obtenues pour les 3 types d'engrais à la dose de 40 unités d'azote, nous avons :

	b	a
Ammonitrate 200 kg au semis	— 1,83	46,30
Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis	— 1,48	37,83
Nitrate de chaux 308 kg au semis	— 1,08	27,05

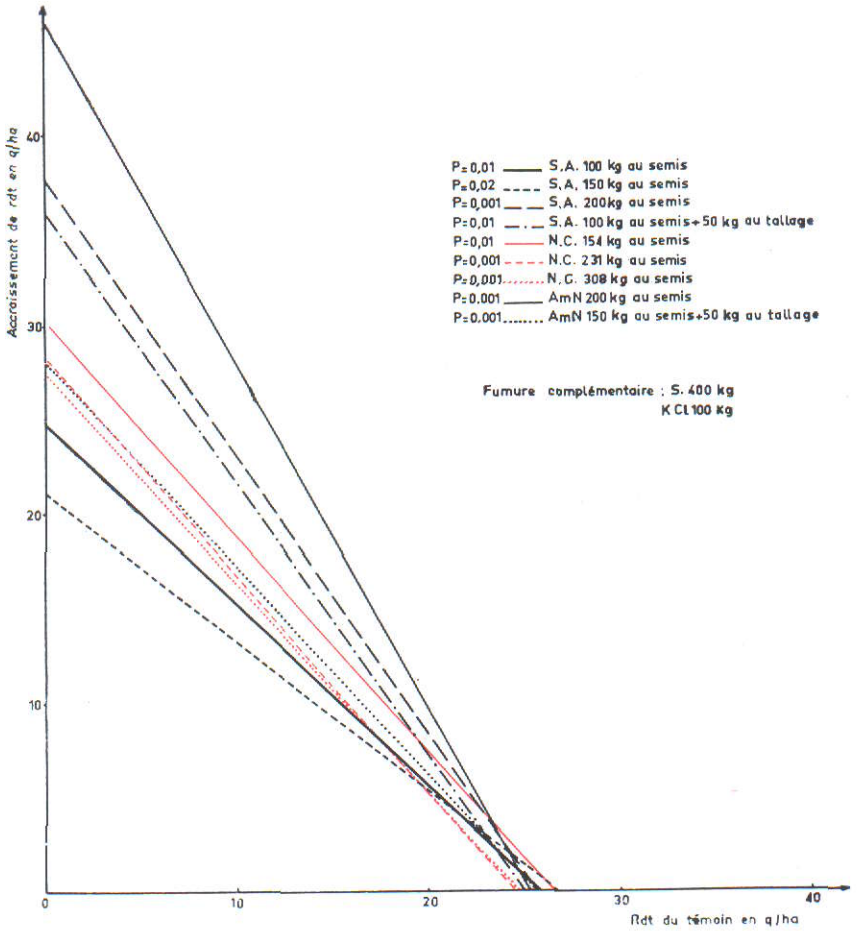
Dans le cas du sulfate d'ammoniaque, les accoissements de rendement les plus élevés sont atteints avec la dose de 200 kg de produit. Par contre, l'action du nitrate de chaux reste identique quelle que soit la quantité d'azote apportée.

GRAPHIQUE 1

Station de Fès

Essais d'engrais azotés sur blé tendre 386

1948-1950-1953



L'intérêt du fractionnement de l'azote n'est pas démontré. En effet 40 unités d'azote de l'ammonitrate exercent une action supérieure quand elles sont apportées en une seule fois (au semis) plutôt qu'en deux fois (au semis et au tallage). Il en est à peu près de même pour le sulfate

d'ammoniaque ; toutefois l'apport en couverture permettrait de réduire la dose de cet engrais à 150 kg.

TABLEAU 1

ENGRAIS APPORTÉS A L'HECTARE	RENDEMENT DU TÉMOIN q/ha	ACCROISSEMENT DE RENDEMENT q/ha
Ammonitrate 200 kg au semis	20,0 *	10,0
	15,0	19,0
	10,0	28,0
Ammonitrate 133 kg au semis + 67 kg au tallage	20,0	6,0
	15,0	11,6
	10,0	17,0
Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis	20,0	8,2
	15,0	15,6
	10,0	23,0
Sulfate d'ammoniaque 150 kg au semis	20,0	5,2
	15,0	9,2
	10,0	13,2
Sulfate d'ammoniaque 100 kg au semis	20,0	5,6
	15,0	10,4
	10,0	15,2
Sulfate d'ammoniaque 100 kg au semis + 50 kg au tallage	20,0	7,2
	15,0	14,4
	10,0	21,6
Nitrate de chaux 308 kg au semis	20,0	5,4
	15,0	10,8
	10,0	16,2
Nitrate de chaux 231 kg au semis	20,0	5,4
	15,0	11,0
	10,0	16,6
Nitrate de chaux 154 kg	20,0	7,6
	15,0	13,0
	10,0	18,6

* Dans les tableaux qui vont suivre nous donnerons pour chaque traitement, des chiffres de rendement du témoin représentant différents niveaux de fertilité. Ces chiffres ont été déterminés en fonction de la station et de l'année.

Années 1955 et 1957 (GRAPH. 2) L min. 20,1 — L max. 23,8

Cet essai confirme les données de l'essai précédent. L'azote et l'acide phosphorique sont plus efficaces quand ils sont apportés uniquement au semis. Un élément nouveau apparaît cependant. La limite d'action est

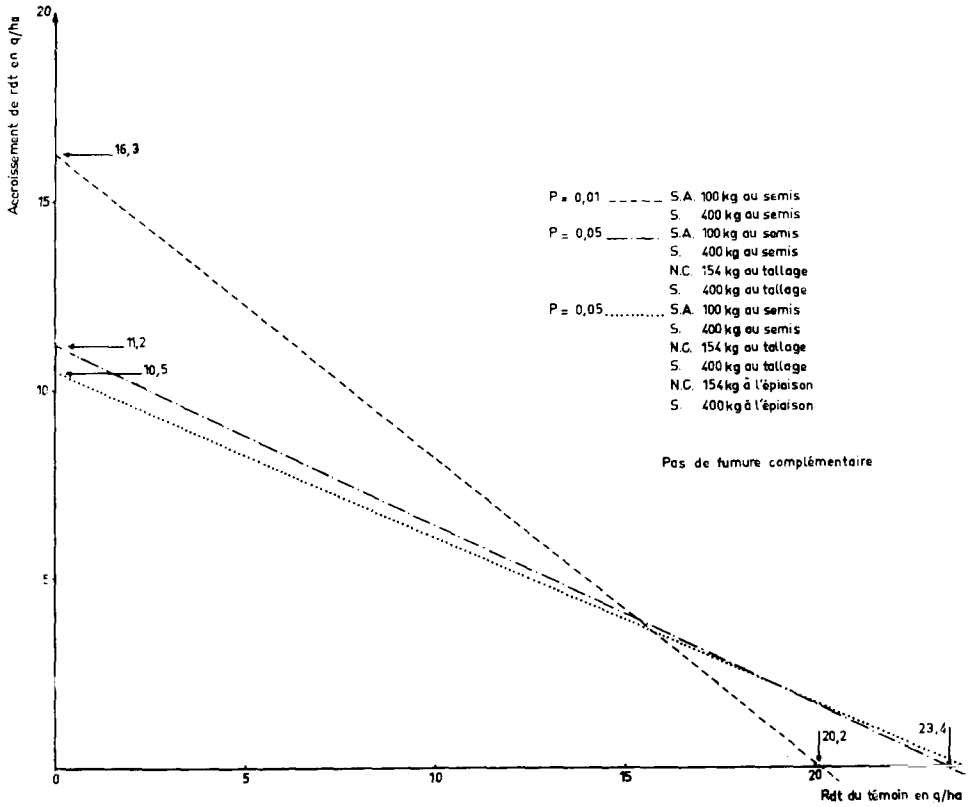
GRAPHIQUE 2

Station de Fès

Apports échelonnés de N et de P_2O_5

sur blé tendre 386

1955 et 1957



déplacée dans le cas des apports semis-tallage et semis-tallage-épiaison. La valeur de L passe de 20,2 q (apport S) à 23,4 q (apport S + T) et 23,9 (apport S + T + E). L'épandage d'azote et d'acide phosphorique à

l'épiaison ne semble pas se justifier car on n'observe aucune différence entre les traitements S + T et S + T + E.

TABLEAU 2

ENGRAIS APPORTÉS A L'HECTARE	RENDEMENT DU TÉMOIN q/ha	ACCROISSEMENT DE RENDEMENT q/ha
Sulfate d'ammoniaque 100 kg au semis + super 400 kg au semis	20,0 15,0 10,0	0,1 4,2 8,2
Sulfate d'ammoniaque 100 kg au semis Super 400 kg au semis Nitrate de chaux 154 kg au tallage Super 400 kg au tallage	20,0 15,0 10,0	1,6 4,1 6,5
Sulfate d'ammoniaque 100 kg au semis Superphosphate 40 kg au semis Nitrate de chaux 154 kg au tallage Superphosphate 400 kg au tallage Nitrate de chaux 154 kg à l'épiaison Superphosphate 400 kg à l'épiaison	20,0 15,0 10,0	1,7 4,0 6,2

Années 1956 et 1957 (GRAPH. 3) L min. 18,5 — L max. 21,2

Certaines variétés de blé tendre, telles que 2511 et 2970, semblent être assez exigeantes en azote. Si la dose de 40 kg d'azote/ha se montre insuffisante, on n'a cependant pas intérêt à dépasser celle de 80 kg. En augmentant la dose, on obtient des accroissements de rendement moins élevés et la valeur de L diminue.

TABLEAU 3

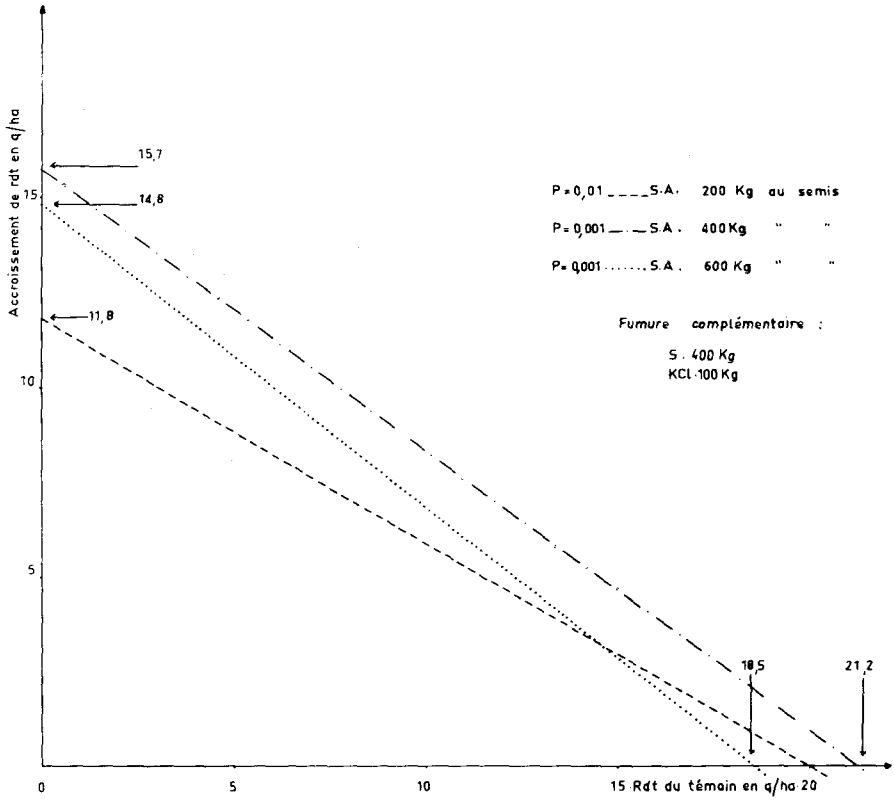
ENGRAIS APPORTÉS A L'HECTARE	RENDEMENT DU TÉMOIN q/ha	ACCROISSEMENT DE RENDEMENT q/ha
Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis	20,0 15,0 10,0	0 2,9 5,9
Sulfate d'ammoniaque 400 kg au semis	20,0 15,0 10,0	0,9 4,6 8,3
Sulfate d'ammoniaque 600 kg au semis	20,0 15,0 10,0	— 1,2 2,8 6,8

GRAPHIQUE 3

Station de Fès

Essais d'engrais azotés sur blé tendre 2511 et 2370

1956-1957



Station de Boulaouane

Année 1955 (GRAPH. 4) L min. 16,4 — L max. 18,6

Année 1956 (GRAPH. 5) L min. 9,38 — L max. 24,0

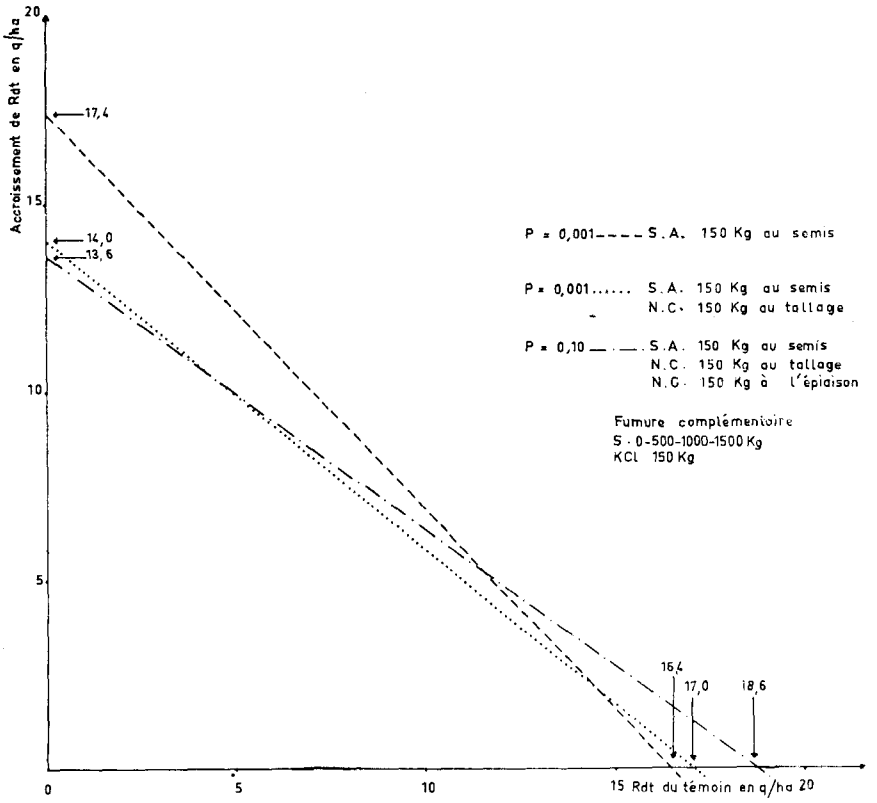
Les premiers essais d'engrais azotés entrepris à Boulaouane (années 1955 et 1956) avaient pour but de déterminer l'intérêt d'apporter un complément d'azote au blé tendre en cours de végétation soit au tallage, soit au tallage et à l'épiaison.

GRAPHIQUE 4

Station de Boulaouane

Essai d'engrais azotés sur blé tendre 2306

1955



L'efficacité de l'azote sur les rendements est nettement démontrée par les résultats de ces deux années. Dans les conditions de l'expérience,

la valeur de L est toujours supérieure au rendement moyen du témoin, ce qui permet d'enregistrer pour tous les traitements des accroissements de rendement positifs par rapport au témoin.

Les droites de régression pour l'année 1955 montrent qu'aux faibles fertilités, l'apport d'azote uniquement au semis est supérieur à l'apport d'azote au semis et en couverture (S + T et S + T + E) ; aux fertilités élevées elles montrent le contraire. Notons cependant que la pluviométrie de cette campagne a été nulle à partir du mois de mars.

GRAPHIQUE 5

Station de Boulaouane

Essai d'engrais azotés sur blé tendre 230o

1956

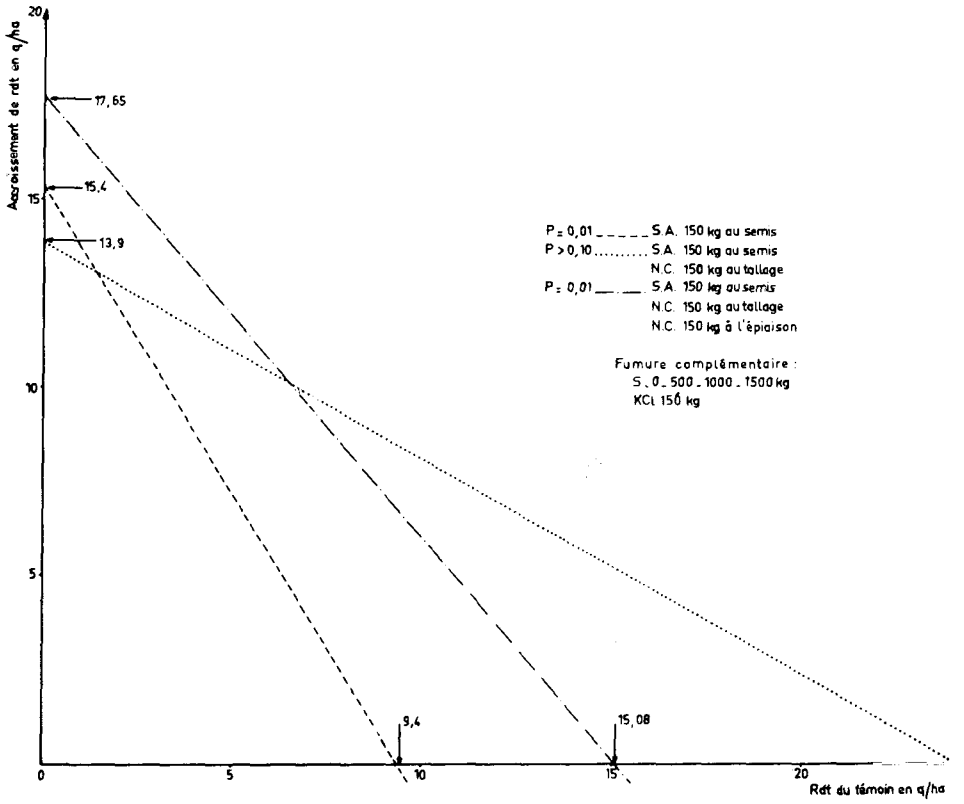


TABLEAU 4

ENGRAIS APPORTÉS A L'HECTARE	RENDEMENT DU TÉMOIN q/ha	ACCROISSEMENT DE RENDEMENT q/ha
Sulfate d'ammoniaque 150 kg au semis	15,0 10,0 5,0	1,5 6,8 12,0
Sulfate d'ammoniaque 150 kg au semis Nitrate de chaux 150 kg au tallage	15,0 10,0 5,0	1,7 5,8 10,0
Sulfate d'ammoniaque 150 kg au semis Nitrate de chaux 150 kg au tallage Nitrate de chaux 150 kg à l'épiaison	15,0 10,0 5,0	2,7 6,3 10,0

En 1956, la répartition de la pluviométrie correspondant sensiblement à la courbe de croissance du blé, les épandages d'azote en couverture ont été nettement supérieurs à l'apport au semis. Quelle que soit la richesse naturelle du sol, le traitement S + T + E s'est révélé beaucoup plus efficace que le traitement S ; il est à remarquer également que la valeur de L est passée de 9,40 q/ha (apport S) à 15,08 q/ha (apport S + T + E). Nous ne tenons pas compte de l'apport S + T dont la droite de régression n'est pas significative ; cependant il semble bien que cette dernière ait tendance à suivre l'allure de la droite S + T + E avec une augmentation de la valeur limite L.

TABLEAU 5

ENGRAIS APPORTÉS A L'HECTARE	RENDEMENT DU TÉMOIN q/ha	ACCROISSEMENT DE RENDEMENT q/ha
Sulfate d'ammoniaque 150 kg au semis	10,0 5,0 2,5	— 1,0 7,2 11,3
Sulfate d'ammoniaque 150 kg au semis Nitrate de chaux 150 kg au tallage	10,0 5,0 2,5	8,1 1,0 12,4
Sulfate d'ammoniaque 150 kg au semis Nitrate de chaux 150 kg au tallage Nitrate de chaux 150 kg à l'épiaison	10,0 5,0 2,5	6,0 12,2 14,8

Année 1957 (GRAPH. 6) Sans fumier : L min. 24,5 — L max. 26,8

Avec fumier : L min. 23,9 — L max. 33,7

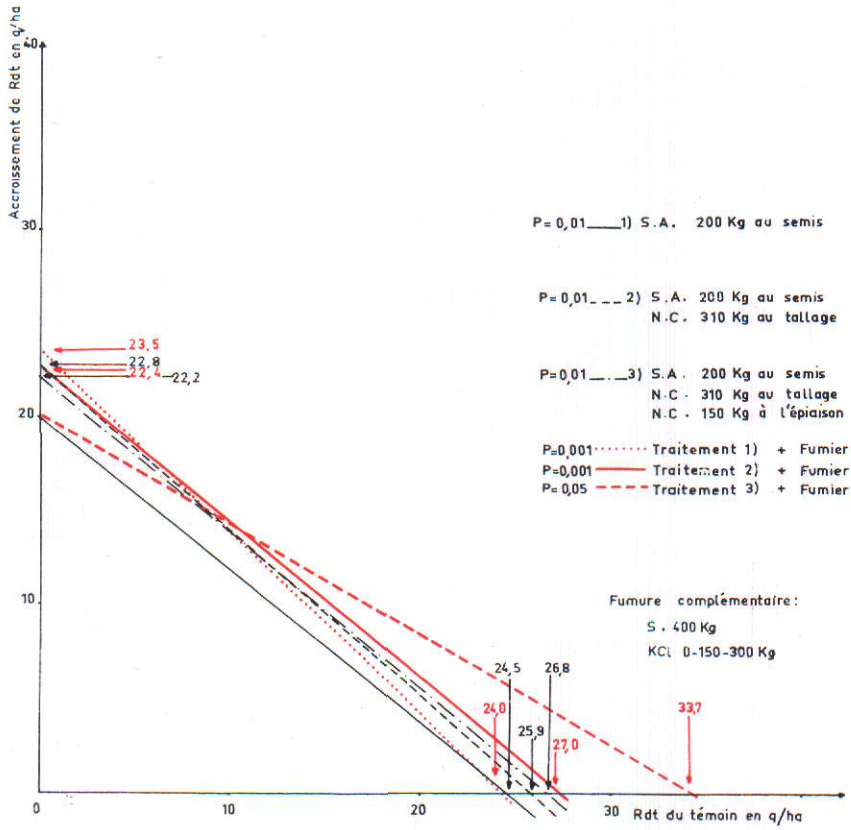
L'essai a été complété en 1957 par l'adjonction de fumier aux traitements déjà existants. Le blé a bénéficié pratiquement de la même pluviométrie que l'année précédente.

GRAPHIQUE 6

Station de Boulaouane

Essai d'engrais azotés sur blé tendre 2306

1957



Azote sans fumier

Les résultats obtenus en 1956 sont confirmés. La supériorité de l'apport au semis et en couverture sur l'apport unique au semis est une nouvelle fois démontrée quel que soit le niveau de fertilité. La valeur de L dans le cas de l'apport semis + tallage et semis + tallage + épiaison est plus élevée que dans celui de l'apport au semis: L = 24,5 (S), 25,9 (S +T), et 26,8 (S + T + E). La droite représentant l'apport S + T semble bien se comporter, comme nous l'avons déjà vu, de la même façon que la droite S + T + E, mais elle possède cette année une valeur de L moins élevée.

Azote avec fumier

L'adjonction de fumier semble avoir augmenté la fertilité naturelle du sol ; le rendement moyen des parcelles témoins qui est de 15,41 q/ha sans fumier, passe à 17,77 q/ha avec fumier, soit une augmentation de 2,36 q/ha.

Le fumier a également eu pour effet d'accentuer l'utilisation de l'azote apporté en couverture en déplaçant de façon très sensible la valeur de la limite d'action : L = 24,5 q/ha (S sans fumier), 24,0 (S avec fumier), 25,9 (S + T sans fumier), 27,0 (S + T avec fumier), 26,8 (S + T + E sans fumier), 33,7 (S + T + E avec fumier). Cependant si les apports d'azote en couverture paraissent se justifier dans un sol riche, il suffit de se limiter à un simple apport au semis dans un sol pauvre.

Année 1958 (GRAPH. 7) Sans fumier : L min. 5,22 — L max. 16,08
Avec fumier : L min. 8,36 — L max. 18,55

L'année 1958 a été particulièrement mauvaise ; très humide en début de campagne elle est devenue excessivement sèche à partir du mois de janvier.

Les différences sont cependant très marquées entre les traitements, que ce soit avec ou sans fumier ; les résultats sont tout à fait contraires à ceux des années précédentes. Dans tous les cas, l'apport d'azote au semis s'est montré supérieur à l'apport S + T et à S + T + E : efficacité plus grande et valeur limite plus élevée ;

L sans fumier = 16,0 q/ha (S), 10,3 q/ha (S + T), 5,2 q/ha (S + T + E),
L avec fumier = 18,6 q/ha (S), 14,0 q/ha (S + T), 8,4 q/ha (S + T + E).

Les droites représentant les deux derniers traitements ne sont pas significatives.

Quant à l'action propre du fumier, elle demeure inchangée. Le rendement moyen des parcelles témoins avec fumier est plus élevé que celui des parcelles témoins sans fumier (5,31 q/ha sans fumier et 6,79 q/ha avec fumier, soit une augmentation de 1,48 q/ha). De plus, on remarque que l'action de l'azote pour un même traitement est plus élevée en présence de fumier (sauf pour le traitement S + T + E) et la valeur de L beaucoup plus grande.

GRAPHIQUE 7

Station de Boulaouane

Essai d'engrais azotés sur blé tendre 2306

1958

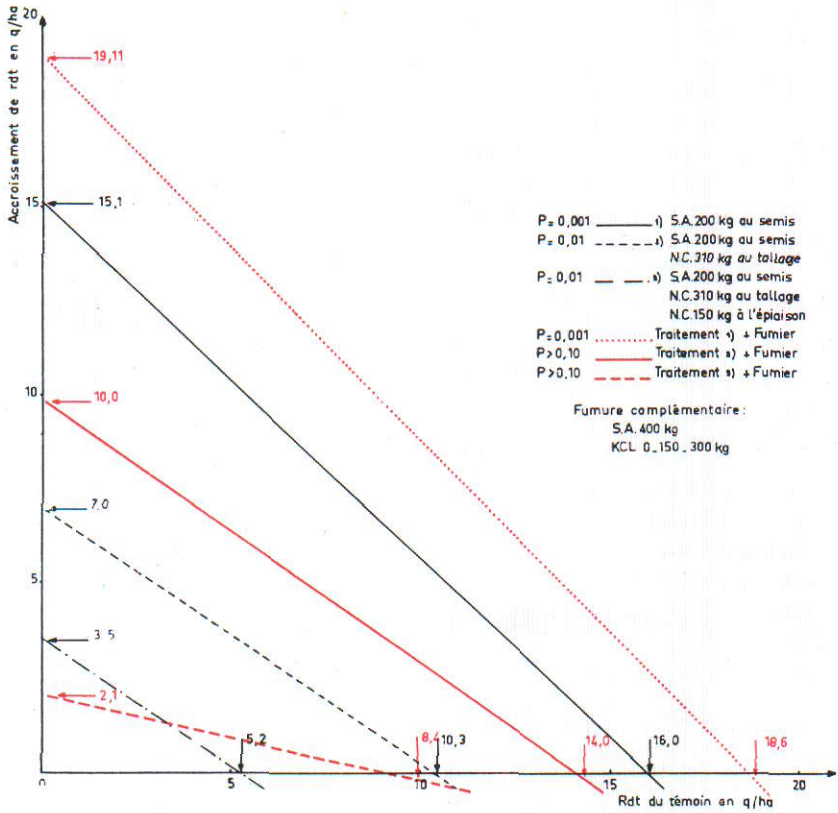


TABLEAU 6

	Engrais apportés a l'hectare	Rendement du témoin q/ha	Accroissement de rendement q/ha
Sans fumier	Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis	20,0	3,8
		15,0	7,8
		10,0	12,0
	Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis Nitrate de chaux 310 kg au tallage	20,0	5,2
		15,0	9,6
		10,0	14,0
	Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis Nitrate de chaux 310 kg au tallage Nitrate de chaux 150 kg à l'épiaison	20,0	5,6
		15,0	9,8
		10,0	14,0
Avec fumier	Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis	20,0	4,0
		15,0	8,8
		10,0	13,8
	Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis Nitrate de chaux 310 kg au tallage	20,0	5,8
		15,0	10,0
		10,0	14,0
	Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis Nitrate de chaux 310 kg au tallage Nitrate de chaux 150 kg à l'épiaison	20,0	8,0
		15,0	11,0
		10,0	14,0

TABLEAU 7

	Engrais apportés a l'hectare	Rendement du témoin q/ha	Accroissement de rendement q/ha
Sans fumier	Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis	15,0	1,0
		10,0	5,7
		5,0	10,4
	Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis Nitrate de chaux 310 kg au tallage	15,0	— 3,2
		10,0	0,2
		5,0	3,6
	Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis Nitrate de chaux 310 kg au tallage Nitrate de chaux 150 kg à l'épiaison	15,0	— 6,6
		10,0	— 3,8
		5,0	0,1
Avec fumier	Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis	15,0	5,0
		10,0	8,7
		5,0	12,3
	Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis Nitrate de chaux 310 kg au tallage	15,0	— 0,6
		10,0	2,9
		5,0	6,5
	Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis Nitrate de chaux 310 kg au tallage Nitrate de chaux 150 kg à l'épiaison	15,0	— 1,3
		10,0	— 0,2
		5,0	1,0

Année 1959 (GRAPH. 8) Sans fumier L min. 11,7 — L max. 12,6
Avec fumier L min. 14,8 — L max. 17,1

La campagne 1959 a débuté comme la précédente par de fortes pluies jusqu'en janvier. Le mois de février a été très sec mais à partir de mars, la pluviométrie est redevenue normale avec des précipitations assez abondantes.

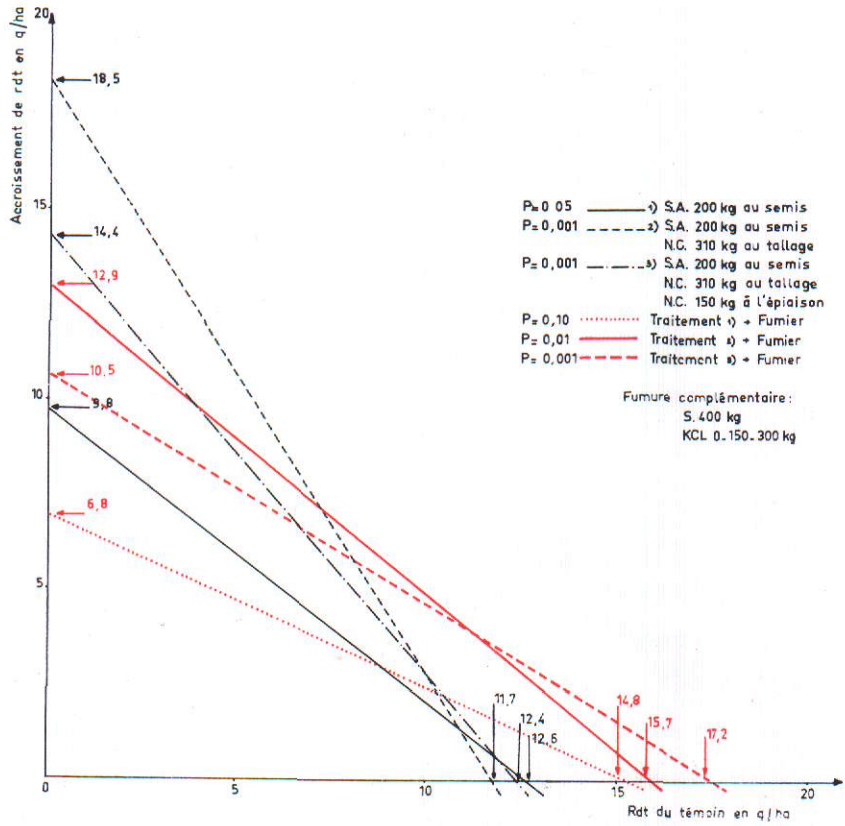
Il est assez difficile pour cette année là de comparer tous les traitements entre eux du fait que la signification de certaines droites de régression (traitement S sans fumier et avec fumier) est très faible.

GRAPHIQUE 8

Station de Boulaouane

Essai d'engrais azotés sur blé tendre 2306

1959



Cependant l'action du fumier apparaît très nettement encore une fois

— sur la fertilité naturelle du sol : le rendement moyen du témoin sans fumier est de 9,26 q/ha et 12,21 avec fumier, soit une augmentation de 2,35 q/ha.

— sur la valeur limite pour l'apport S + T, L = 12,35 sans fumier et 15,69 avec fumier ; pour l'apport S + T + E, L = 14,80 sans fumier et 17,18 avec fumier.

Enfin si le traitement S + T + E paraît intéressant aux fertilités élevées le traitement S + T se montre supérieur aux faibles fertilités, aussi bien avec fumier que sans fumier.

TABLEAU 8

	ENGRAIS APPORTÉS A L'HECTARE	RENDEMENT DU TÉMOIN q/ha	ACCROISSEMENT DE RENDEMENT q/ha
Sans fumier	Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis	10,0 5,0	2,0 5,9
	Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis Nitrate de chaux 310 kg au tallage	10,0 5,0	2,7 10,5
	Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis Nitrate de chaux 310 kg au tallage Nitrate de chaux 150 kg à l'épiaison	10,0 5,0	2,7 8,5
Avec fumier	Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis	10,0 5,0	2,2 4,5
	Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis Nitrate de chaux 310 kg au tallage	10,0 5,0	4,7 8,8
	Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis Nitrate de chaux 310 kg au tallage Nitrate de chaux 150 kg à l'épiaison	10,0 5,0	4,4 7,5

Station de Xavier-Bernard — Ellouizia

Les premiers essais d'engrais exécutés à la station de Xavier-Bernard donnent des résultats très peu satisfaisants. D'une part les rendements en blé sont très faibles si on les compare à ceux obtenus actuellement ; il faut sans doute attribuer ces échecs aux mauvaises façons culturales et au manque de soins d'entretien. D'autre part, le nombre réduit de répétitions (4 en général) permet difficilement d'avoir des droites de régression significatives.

Année 1950 (GRAPH. 9) L min. 10,1 — L max. 11,3

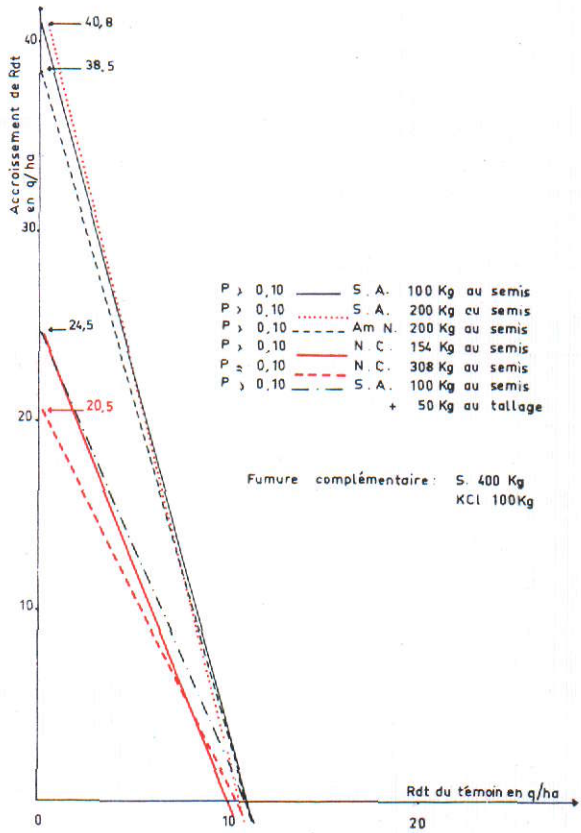
Les résultats de la campagne 1950 laissent à penser que le sulfate d'ammoniaque et l'ammonitrate agissent plus efficacement que le nitrate de chaux. Bien que les droites de régression ne soient pas très significatives, on remarque cependant que pour le sulfate d'ammoniaque, quelle qu'en soit la dose (100 et 200 kg) on obtient à peu près la même droite. Il en est de même du nitrate de chaux (130 et 260 kg). Quant à l'ammonitrate, à la dose de 200 kg (dose unique utilisée dans l'essai), il agit avec la même intensité que le sulfate d'ammoniaque.

GRAPHIQUE 9

Station de Xavier Bernard

Essai d'engrais azotés sur blé tendre 2306

1950



Le fractionnement de l'azote, quand il est apporté sous forme de sulfate d'ammoniaque (100 kg au semis + 50 kg au tallage) ne semble pas présenter d'intérêt et correspond à un apport de 260 kg de nitrate de chaux au semis.

Enfin, un apport de 20 unités d'azote semble suffisant pour la variété 2306 puisqu'il n'existe pas de différences entre la dose de 100 kg et celle de 200 kg de sulfate d'ammoniaque.

TABLEAU 9

ENGRAIS APPORTÉS A L'HECTARE	RENDEMENT DU TÉMOIN q/ha	ACCROISSEMENT RENDEMENT q/ha
Sulfate d'ammoniaque 100 kg au semis	10,0 5,0	3,4 22,0
Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis	10,0 5,0	3,2 21,6
Sulfate d'ammoniaque 100 kg au semis + Sulfate d'ammoniaque 50 kg au tallage	10,0 5,0	2,0 13,2
Ammonitrate 200 kg au semis	10,0 5,0	3,4 21,0
Nitrate de chaux 130 kg au semis	10,0 5,0	0,6 12,4
Nitrate de chaux 260 kg au semis	10,0 5,0	1,4 11,0

Année 1957 (GRAPH. 10) L min. 22,3 — L max. 24,4

Si la variété 2306 semble être indifférente à la quantité d'azote qu'on met à sa disposition, il n'en est pas de même des variétés 2511 et 2970.

L'essai de la campagne 1957 montre bien que la dose de 400 kg de sulfate d'ammoniaque est la meilleure, comparée à celle de 200 kg et de 600 kg ; non seulement l'efficacité de l'engrais est accrue quel que soit le niveau de fertilité, mais encore la valeur de la limite L est fortement déplacée : L = 23,04 q/ha (dose de 200 kg), 18,20 q/ha (dose de 600 kg) et 24,40 q/ha (dose de 400 kg).

TABLEAU 10

ENGRAIS APPORTÉS A L'HECTARE	RENDEMENT DU TÉMOIN q/ha	ACCROISSEMENT DE RENDEMENT q/ha
Sulfate d'ammoniaque 200 kg au semis	20,0 15,0 10,0	1,5 4,2 6,7
Sulfate d'ammoniaque 400 kg au semis	20,0 15,0 10,0	3,3 7,0 10,8
Sulfate d'ammoniaque 600 kg au semis	20,0 15,0 10,0	— 1,0 1,9 4,8

Conclusions

D'une façon générale, les engrais azotés augmentent les rendements du blé tendre, quelle que soit la région considérée. La forme sous laquelle ils sont apportés influe beaucoup sur leur efficacité. Les engrais ammoniacaux et ammoniaco-nitriques seraient à préférer aux engrais purement nitriques. Ces derniers sont probablement en partie lessivés par les fortes pluies qui tombent généralement au commencement de l'hiver. Ils agissent en début de végétation mais ne sont plus disponibles au moment où le blé manifeste une faim d'azote, c'est-à-dire à la période montaison-épiaison.

En ce qui concerne la quantité d'azote à apporter, cela semble dépendre de la variété. D'une manière générale, 20 à 40 unités d'azote paraissent être la dose moyenne à employer. Cependant, pour certaines variétés (blé tendre 2511 et 2970 à Xavier-Bernard) on peut augmenter la dose jusqu'à 80 unités d'azote.

L'intérêt d'un apport d'azote aux stades critiques de la végétation du blé tendre si l'on excepte l'apport du semis, n'est pas toujours démontré. La répartition de la pluviométrie annuelle exerce une influence certaine sur l'efficacité de cet apport (Station de Boulaouane). Néanmoins, dans presque tous les cas, on observe une augmentation de la valeur limite d'action de l'engrais quand ce dernier est fourni en couverture, ce qui permet à l'azote d'accroître les rendements même dans les sols à fertilité

moyenne ou élevée. Il ne semble pas cependant y avoir de différence entre l'apport semis + tallage et semis + tallage + épiaison.

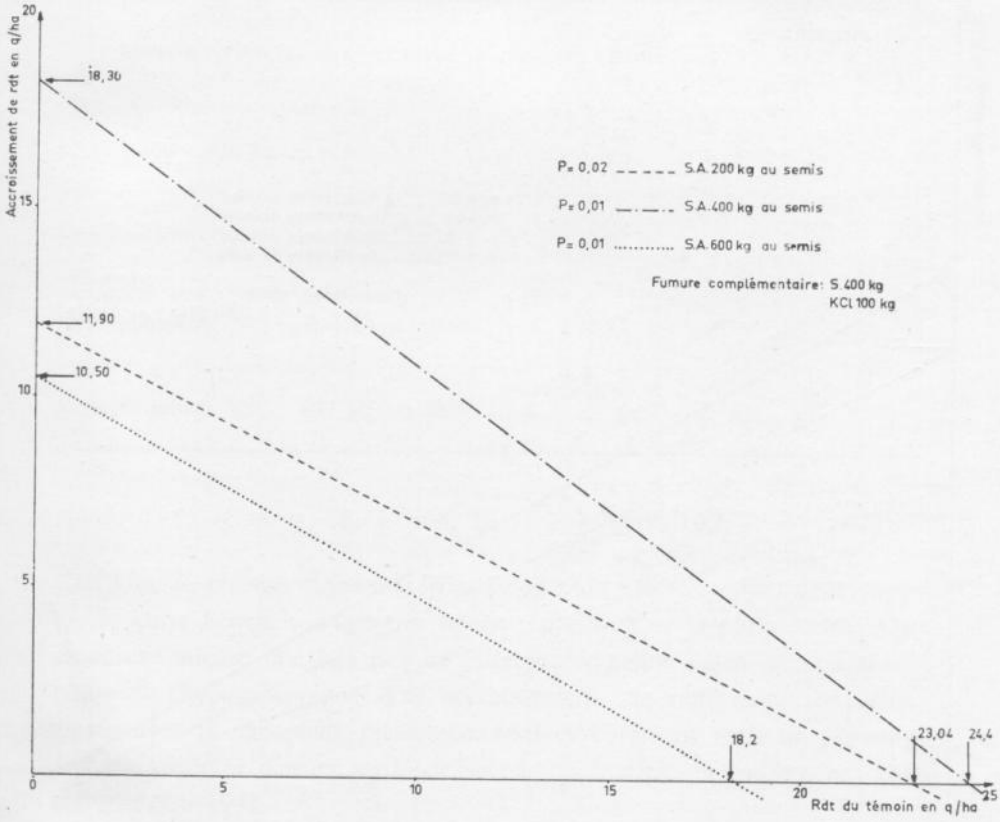
Enfin, dans le cas de la Station de Boulaouane, l'apport de fumier permet d'augmenter l'efficacité de l'azote et de déplacer la valeur de la limite L.

GRAPHIQUE 10

Station de Xavier Bernard

Essai d'engrais azotés sur blé tendre 2511 et 2370

1957



Engrais phosphatés

Station de Fès

Années 1950 à 1954 (GRAPH. 11) L min. 20,8 — L max. 23,39

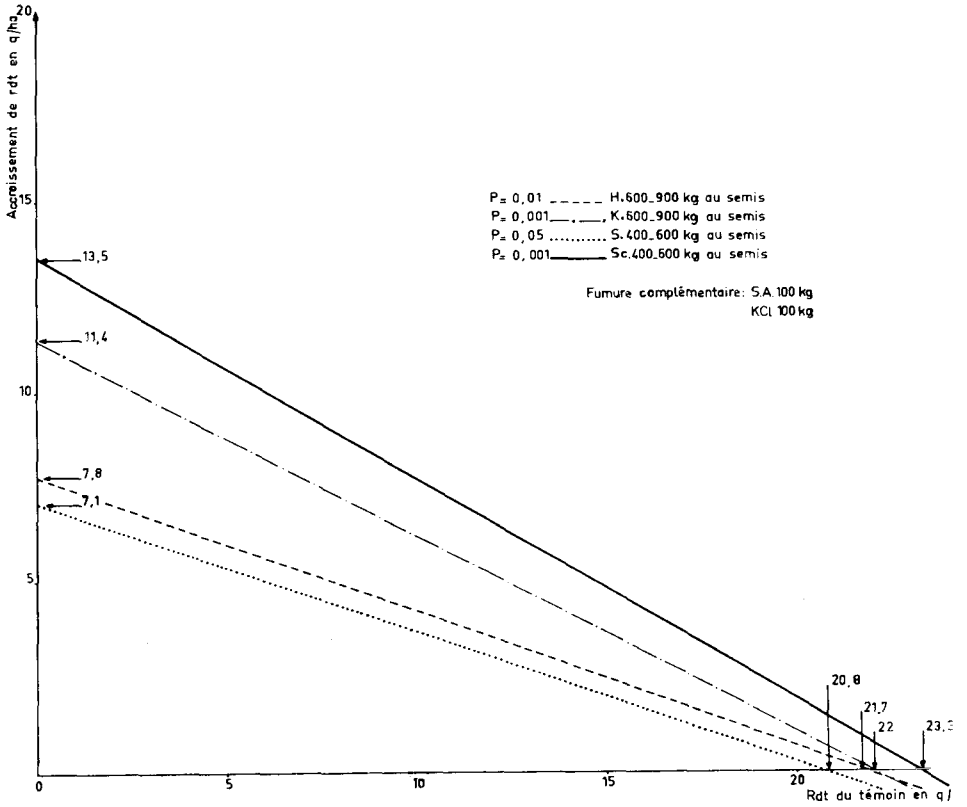
Dans cet essai, les droites de régression par année et par traitement sont trop peu significatives pour permettre la différenciation des engrais.

GRAPHIQUE 11

Station de Fès

Essais d'engrais phosphatés sur blé tendre 386

1950-1954



Seule la combinaison de traitements plus ou moins identiques arrive à augmenter la précision. Nous n'avons pas tenu compte des doses afin d'étudier uniquement l'influence de la forme des engrais phosphatés utilisés. Nous sommes arrivés ainsi à dégager les points suivants :

— l'action du superphosphate paraît être à peu près égale à celle de l'hyperphosphate,

— celle des scories est supérieure à celle du Kourifos,

— les scories et le Kourifos ont une action nettement supérieure à celle du superphosphate et de l'hyperphosphate.

TABLEAU 11

ENGRAIS APPORTÉS A L'HECTARE	RENDEMENT DU TÉMOIN q/ha	ACCROISSEMENT DE RENDEMENT q/ha
Scories 400 - 600 kg au semis	15,0 10,0	4,8 7,7
Kourifos 600 - 900 kg au semis	15,0 10,0	3,7 6,3
Hyperphosphate 600 - 900 kg au semis	15,0 10,0	2,4 4,2
Superphosphate 400 - 600 kg au semis	15,0 10,0	2,0 4,7

Année 1955 (GRAPH. 12) L min. 18,5 — L max. 19,6

L'acide phosphorique a été beaucoup plus efficace durant cette campagne qui a bénéficié d'une très bonne répartition de la pluviométrie. On enregistre encore une fois peu de différence d'action entre le superphosphate et l'hyperphosphate. Les accroissements de rendement sont plus élevés avec le phosphate bicalcique. Malheureusement nous ne pouvons pas comparer ce dernier au Kourifos et aux scories, puisqu'ils n'ont pas été testés en 1955.

GRAPHIQUE 12

Station de Fès

Essai d'engrais phosphatés sur blé tendre 386

1955

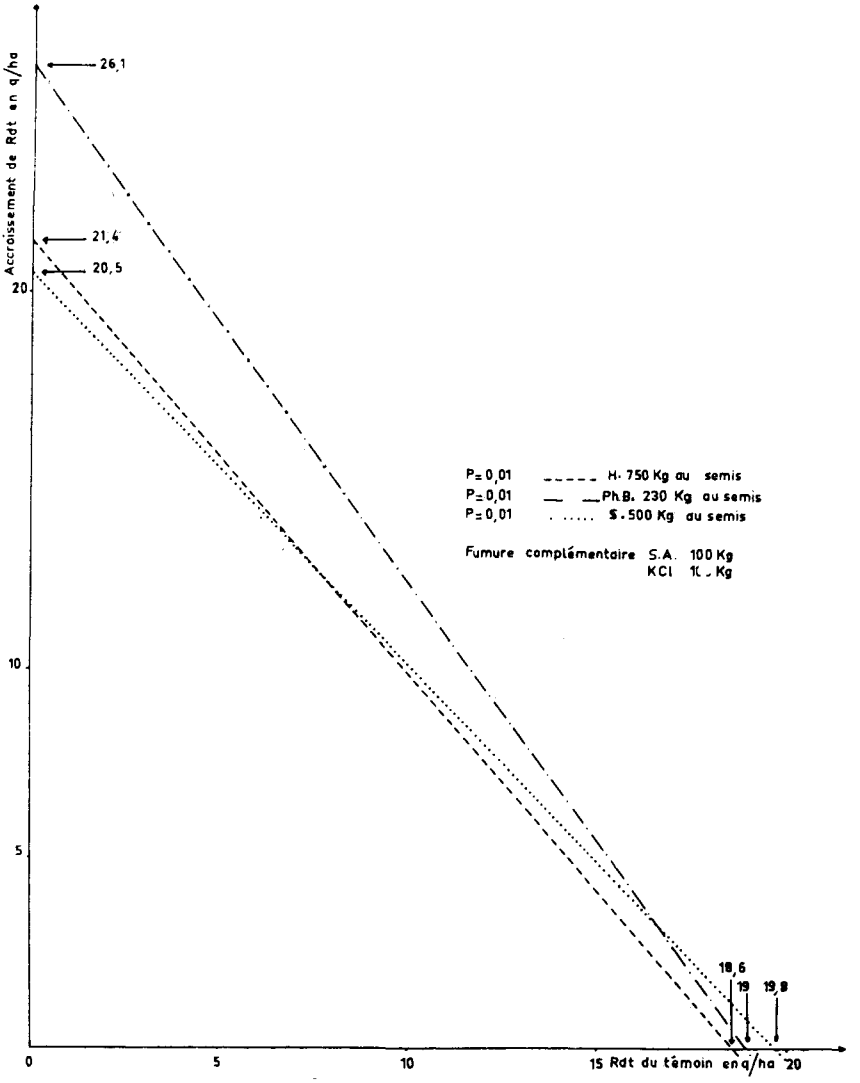


TABLEAU 12

ENGRAIS APPORTÉS A L'HECTARE	RENDEMENT DU TÉMOIN q/ha	ACCROISSEMENT DE RENDEMENT q/ha
Phosphate bicalcique 230 kg au semis	15,0 10,0	6,0 13,3
Superphosphate 500 kg au semis	15,0 10,0	5,0 10,1
Hyperphosphate 750 kg au semis	15,0 10,0	4,0 9,9

Station de Xavier-Bernard

Année 1952 (GRAPH. 13) L min. 11,8 — L max. 15,0
Année 1953 (GRAPH. 14) L min. 17,0 — L max. 18,8
Année 1956 (GRAPH. 15) L min. 18,2 — L max. 19,1
Année 1957 (GRAPH. 16) L min. 23,6 — L max. 23,7

L'action des divers engrais phosphatés est assez nettement différenciée. Par ordre d'efficacité croissante, nous avons le superphosphate, l'hyperphosphate et le Kourifos. Suivant les années, l'action du superphate est soit égale, soit supérieure à celle de l'hyperphosphate ; le Kourifos est toujours moins actif. Quant aux scories, nous ne pouvons pas mesurer leur efficacité du fait que tous les traitements avec scories ne sont pas significatifs ; cependant, d'après les rendements parcellaires, leur action semble être comparable à celle du Kourifos.

TABLEAU 13

ENGRAIS APPORTÉS A L'HECTARE	RENDEMENT DU TÉMOIN q/ha	ACCROISSEMENT DE RENDEMENT q/ha
Superphosphate 400 kg	10,0 5,0	5,6 11,2
Hyperphosphate 600 kg	10,0 5,0	2,1 7,5
Kourifos 600 kg	10,0 5,0	1,6 5,3

TABLEAU 14

ENGRAIS APPORTÉS A L'HECTARE	RENDEMENT DU TÉMOIN q/ha	ACCROISSEMENT DE RENDEMENT q/ha
Hyperphosphate 600 kg	10,0 5,0	12,5 21,4
Kourifos 600 kg	10,0 5,0	9,6 15,0

TABLEAU 15

ENGRAIS APPORTÉS A L'HECTARE	RENDEMENT DU TÉMOIN q/ha	ACCROISSEMENT DE RENDEMENT q/ha
Superphosphate 550 - 1 100 - 1 650 kg	15,0 10,0 5,0	4,3 9,3 14,5
Hyperphosphate 825 - 1 650 - 2 475 kg	15,0 10,0 5,0	2,0 5,1 8,2

TABLEAU 16

ENGRAIS APPORTÉS A L'HECTARE	RENDEMENT DU TÉMOIN q/ha	ACCROISSEMENT DE RENDEMENT q/ha
Superphosphate 550 - 1 100 - 1 650 kg	20,0 15,0 10,0 5,0	4,0 9,2 14,6 20,0
Hyperphosphate 825 - 1 650 - 2 475 kg	20,0 10,0 10,0 5,0	4,0 9,2 14,4 19,7

Conclusions

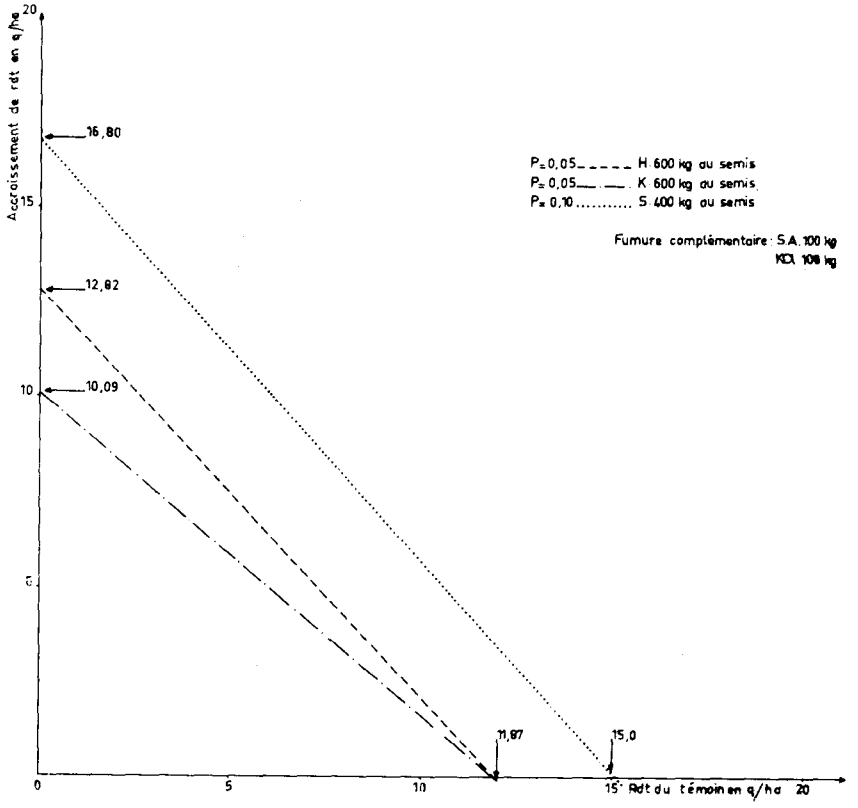
Seule l'influence du type d'engrais phosphatés a pu être mise en évidence dans ces essais. Le superphosphate et l'hyperphosphate seraient à conseiller dans les Merzags de Xavier-Bernard. Par contre dans les sols bruns tirsifiés de Fès, les scories et le Kourifos paraissent donner de meilleurs résultats.

GRAPHIQUE 13

Station de Xavier Bernard

Essai d'engrais phosphatés sur blé tendre 2306

1952

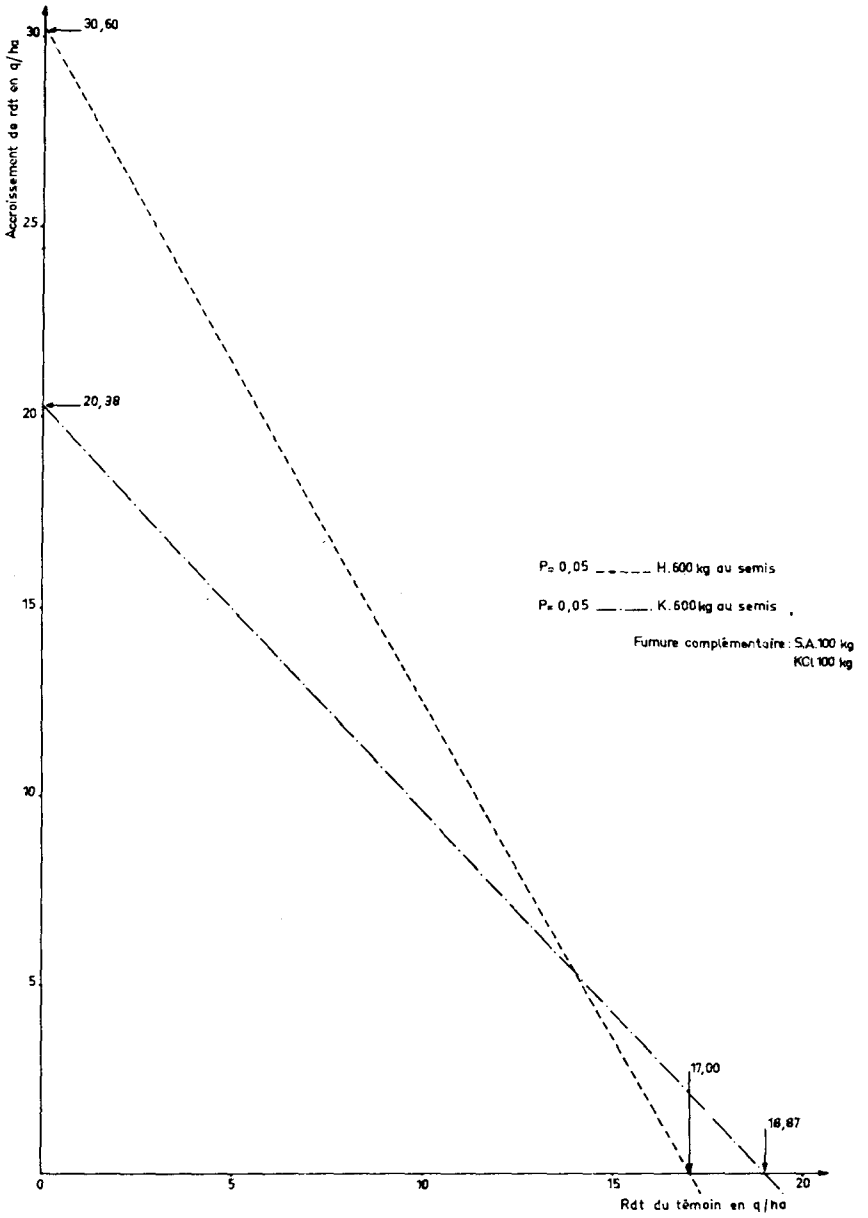


GRAPHIQUE 14

Essai d'engrais phosphatés sur blé tendre 2306

1953

Station de Xavier Bernard

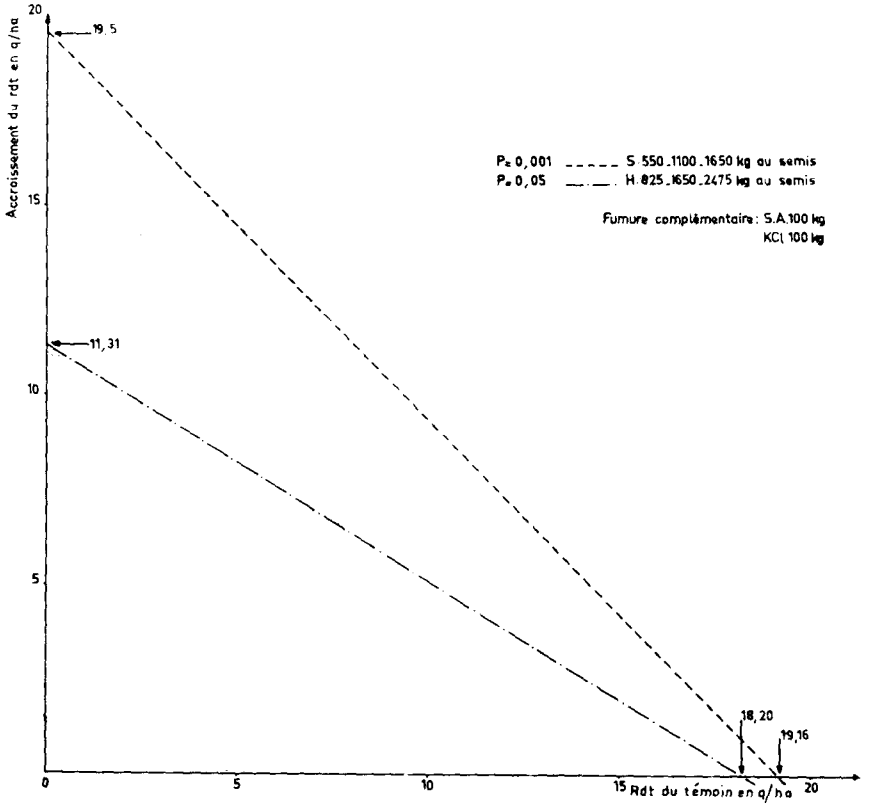


GRAPHIQUE 15

Station de Xavier Bernard

Essai d'engrais phosphatés sur blé tendre 2306

1956

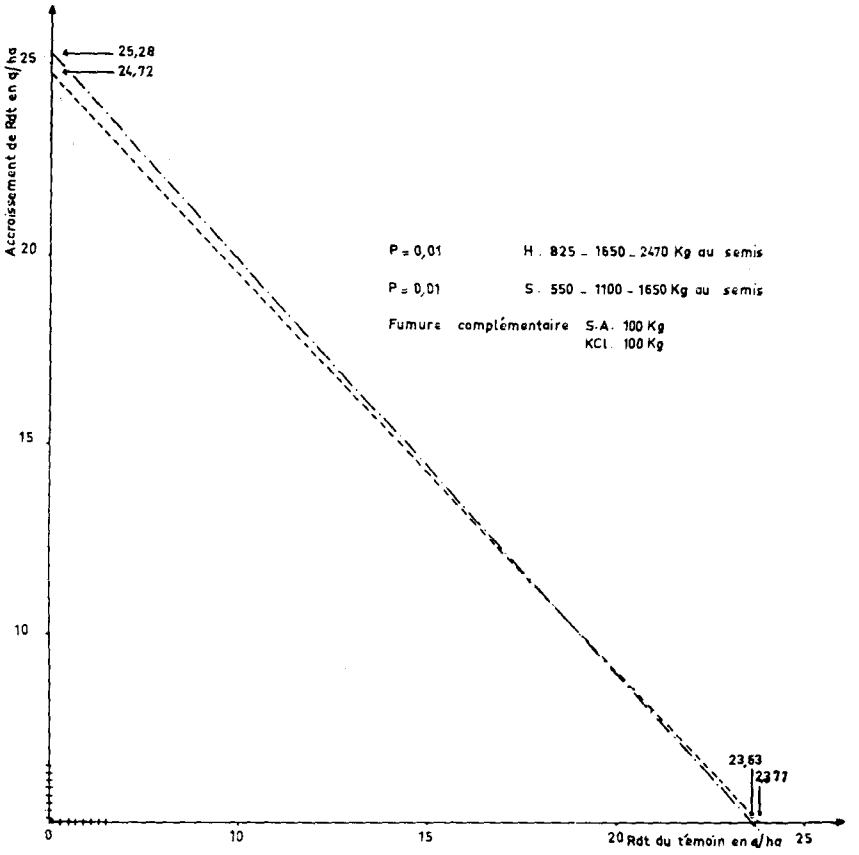


GRAPHIQUE 16

Station de Xavier Bernard

Essai d'engrais phosphatés sur blé tendre 2306

1957



Engrais potassiques

Station de Fès

Années 1948 à 1954 (GRAPH. 17) L min. 20,5 — L max. 26,6

Les engrais potassiques semblent être très intéressants à employer dans le sol de Fès. Même à fertilité élevée, ils continuent à agir.

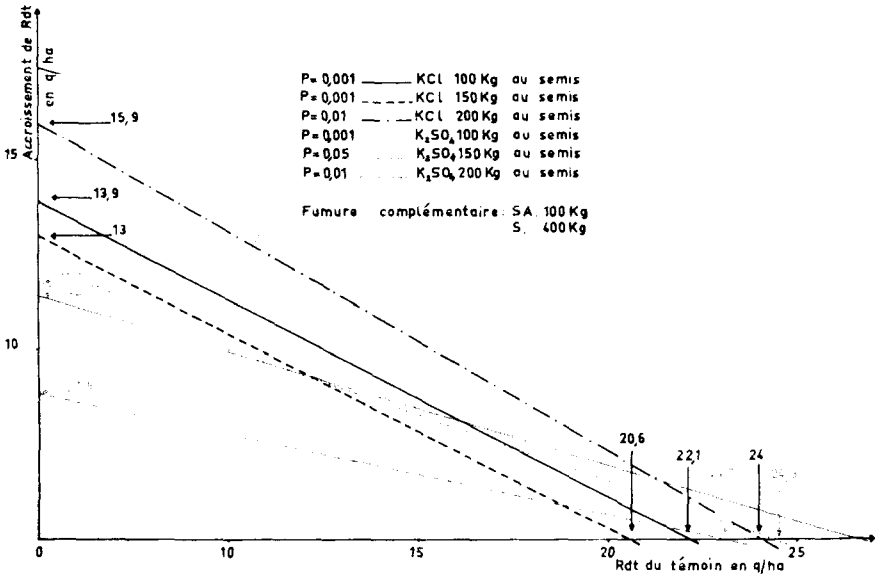
Les droites de régression établies d'après les résultats des années 1948 à 1954 font bien apparaître les différences d'action entre le chlorure de potassium et le sulfate de potasse. Toutes les droites correspondant à un même type d'engrais (doses de 100 - 150 - 200 kg) sont sensiblement parallèles et les coefficients b à peu près égaux.

GRAPHIQUE 17

Station de Fès

Essais d'engrais potassiques sur blé tendre 386

1948 à 1954



En sol pauvre ou moyennement riche, le chlorure de potassium paraît être plus efficace que le sulfate de potasse. Par contre quand la fertilité du sol est élevée, c'est le sulfate de potasse qu'il conviendrait d'utiliser.

Dans le cas du chlorure de potassium, les fortes doses (200 kg) sont préférables aux faibles doses (100-150 kg), tandis que pour le sulfate de potasse une dose de 100 kg est suffisante.

TABLEAU 17

ENGRAIS APPORTÉS A L'HECTARE	RENDEMENT DU TÉMOIN q/ha	ACCROISSEMENT DE RENDEMENT q/ha
Chlorure de potassium 100 kg	24,0	— 1,2
	20,0	1,3
	15,0	4,5
	10,0	7,6
Chlorure de potassium 150 kg	24,0	— 2,0
	20,0	0,5
	15,0	3,6
	10,0	6,7
Chlorure de potassium 200 kg	24,0	0
	20,0	2,7
	15,0	6,0
	10,0	9,3
Sulfate de potasse 100 kg	24,0	0,2
	20,0	2,1
	15,0	4,5
	10,0	6,9
Sulfate de potasse 150 kg	24,0	— 0,5
	20,0	0,9
	15,0	2,6
	10,0	4,3
Sulfate de potasse 200 kg	24,0	1,1
	20,0	2,9
	15,0	5,0
	10,0	7,2

Station de Xavier-Bernard

Années 1948 et 1950 (GRAPH. 18) L min. 7,8 — L max. 10,2

Selon les résultats de ces deux années, le chlorure de potassium semble accuser une légère supériorité sur le sulfate de potasse quel que soit le niveau de fertilité. La dose de chlorure de potassium à fournir ne doit pas dépasser 100 kg.

GRAPHIQUE 18

Station de Xavier Bernard

Essais d'engrais potassiques sur blé tendre 2308

1948-1950

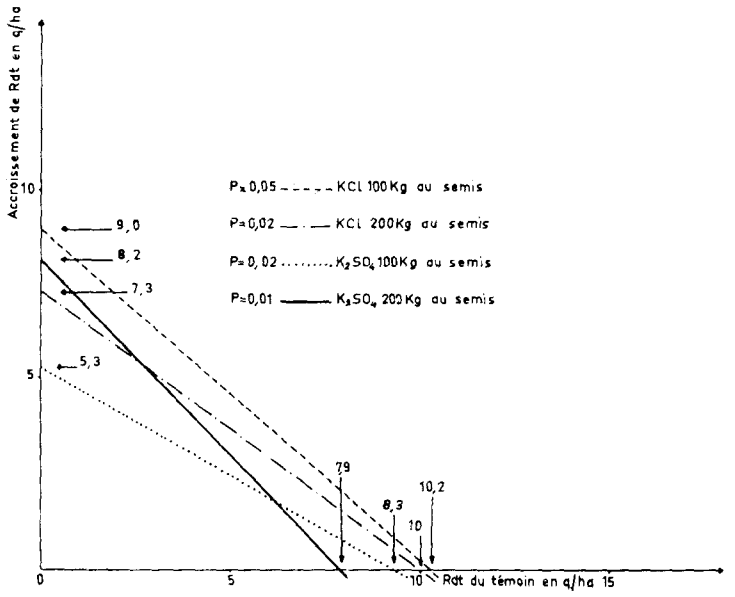


TABLEAU 18

ENGRAIS APPORTÉS A L'HECTARE	RENDEMENT DU TÉMOIN q/ha	ACCROISSEMENT DE RENDEMENT q/ha
Chlorure de potassium 100 kg	7,5 5,0	2,4 4,6
Chlorure de potassium 200 kg	7,5 5,0	1,8 3,7
Sulfate de potasse 100 kg	7,5 5,0	1,0 2,5
Sulfate de potasse 200 kg	7,5 5,0	0,4 3,0

Conclusions

L'apport d'engrais potassique ne doit pas être négligé malgré la réputation de richesse des sols marocains en K^2O. Cet élément semble agir davantage sur les rendements en blé tendre quand il est apporté sous forme de chlorure plutôt que sous forme de sulfate.

Climat et sols des Stations Expérimentales étudiées

Pour caractériser le climat des Stations expérimentales, au lieu de considérer séparément le facteur température et le facteur pluviométrie, nous avons préféré les combiner en faisant appel à l'indice de Lang. Nous aurions voulu donner des moyennes et des extrêmes portant sur au moins dix ans, mais malheureusement nous ne disposons que de huit années pour chacune des stations. De toute façon, les courbes ci-jointes peuvent aider le lecteur à se faire une opinion sur le climat de la région.

Station de Fès

Climat — Si on se base sur la courbe moyenne d'aridité, on pourrait caractériser la région de Fès comme ayant toute l'année un climat semi-humide. D'octobre à mai, la valeur de l'indice P/T est comprise entre 20 et 120

environ et pendant 6 mois de l'année (novembre à avril) elle est supérieure à 40. Par contre, quand on étudie la courbe des minima et maxima, mis à part les mois de décembre et mars qui sont toujours plus ou moins humides, on peut très bien, certaines années, avoir pour les autres mois un climat aride à semi-aride. Cette fluctuation climatique fait ressortir :

— que les mois de novembre, janvier, mars et avril sont toujours plus ou moins humides quelle que soit l'année ;

— que les mois de février et mai sont parfois extrêmement secs ou extrêmement humides ;

— que parfois le mois de novembre est trop humide pour permettre d'exécuter les travaux du sol. Dans ces conditions, la date de semis subit un décalage, ce qui se répercute sur les rendements des cultures.

— que parfois les mois de mai et juin sont trop humides, ce qui handicape la récolte ;

— qu'enfin le mois de décembre est souvent trop humide ; une bonne partie des éléments qui se trouvent dans le sol et de ceux apportés sous forme d'engrais est probablement lessivée avant même le départ de la végétation.

Sols — Les sols de la Station sont de deux types peu différents :

1. sol brun tirsifié : (pH = 7,5 à 8,0)

0 - 40 cm : très argileux — brun foncé, calcaire, macrostructure polyédrique, microstructure grenue.

40 - 60 cm : très argileux — brun plus clair, calcaire, tendance polyédrique fine à facettes brillantes, racines jusqu'à 60 cm.

60 - 100 cm : Très argileux — jaune brun, calcaire compact, structure plus nettement polyédrique, concrétions calcaires.

2. Sol de merja sur marne : (pH = 7,5 à 8,0)

0 - 30 cm : argileux — noir — calcaire ; structure nuciforme à tendance en plaquettes à la surface, nombreuses racines.

30 - 60 cm : un peu plus argileux — noir un peu plus jaune, structure à tendance cubique faible, peu de racines.

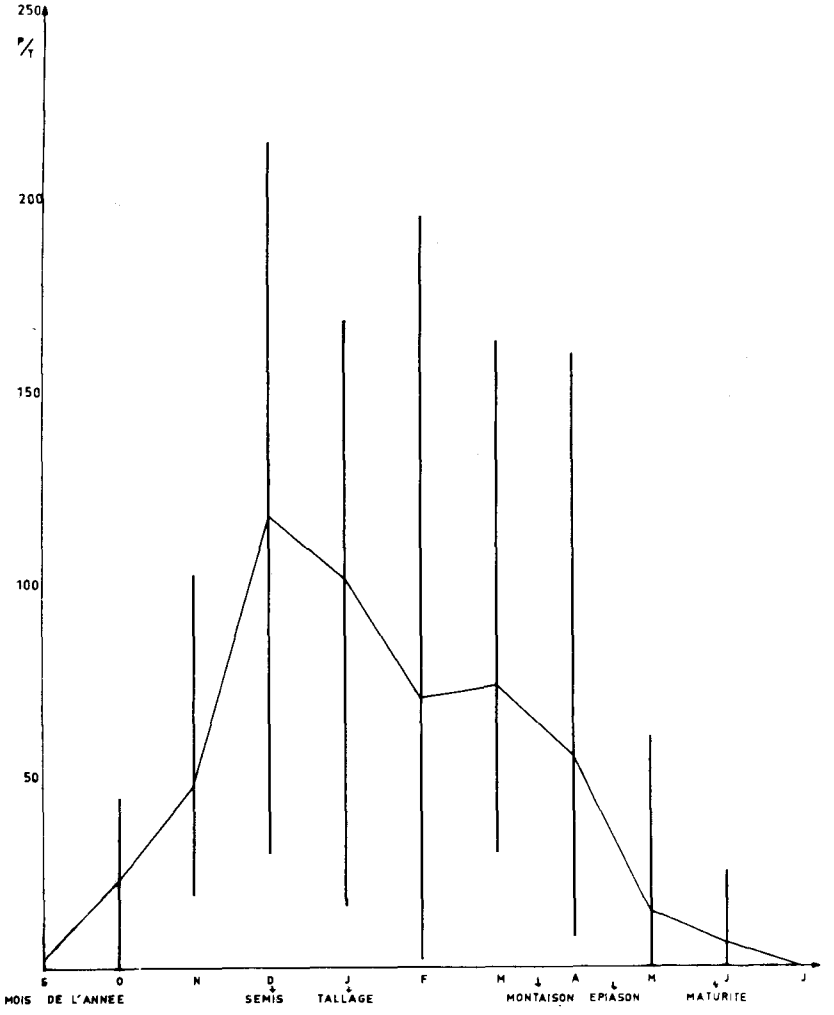
60 cm : marne — roche mère argileuse, calcaire, jaunâtre avec des concrétions calcaires en surface. [4]

GRAPHIQUE 19

Station de Fès

Indice de Lang

Courbe moyenne et valeurs extrêmes sur 8 années



Station de Boulaouane

Climat — Boulaouane se place dans la région semi-aride à semi-humide. La courbe moyenne montre que l'indice P/T varie d'octobre à avril entre 20 et 60. Contrairement à Fès, la courbe des minima est beaucoup plus régulière et se rapproche d'une courbe en cloche aplatie vers la gauche, avec un maximum en décembre. Pour les cultures d'hiver, la pluviométrie est mieux répartie qu'à Fès mais est nettement insuffisante pour satisfaire les besoins de la végétation surtout de février à avril.

Certaines années, le sol n'est pas assez humide en novembre et au début de décembre pour permettre le travail du sol. Comme à Fès, mais pour des raisons différentes, le semis serait reculé de 15 jours à un mois si on ne disposait pas d'eau d'irrigation.

A Boulaoune, on n'a pas à craindre des pluies tardives au moment de la récolte puisqu'au mois de juin l'indice P/T maximum ne dépasse jamais 15.

Enfin, si l'on tient compte de la forte pluviométrie qui règne souvent au moment du semis, on peut penser, surtout dans le type de sol de la station, qu'une partie assez considérable des éléments nutritifs est lessivée soit par percolation en profondeur, soit par ruissellement.

Sols — Ce sont des sols sablo-argileux non calcaires, lessivés, correspondant aux sols rouges lessivés qui se forment aux dépens de l'argile de décalcification des grès calcaires. Les horizons supérieurs sont appauvris en argile qui est entraînée, au moins en partie, en profondeur.

Les horizons calcaires sont assez profonds : ils se présentent sous forme de dépôt tuffeux, croûte nodulaire assez pulvérulente. Vers les bordures nord et est de la Station, le calcaire se rapproche de la surface. On y rencontre des débris de croûte lamellaire assez épaisse qui environne les hauteurs en dehors du périmètre de la Station.

Type de profil

0 - 17 cm : brun rougeâtre, sableux, meuble non agrégé, en général à microstructure particulaire avec quelques mottes finement agrégées, compact et de faible consistance.

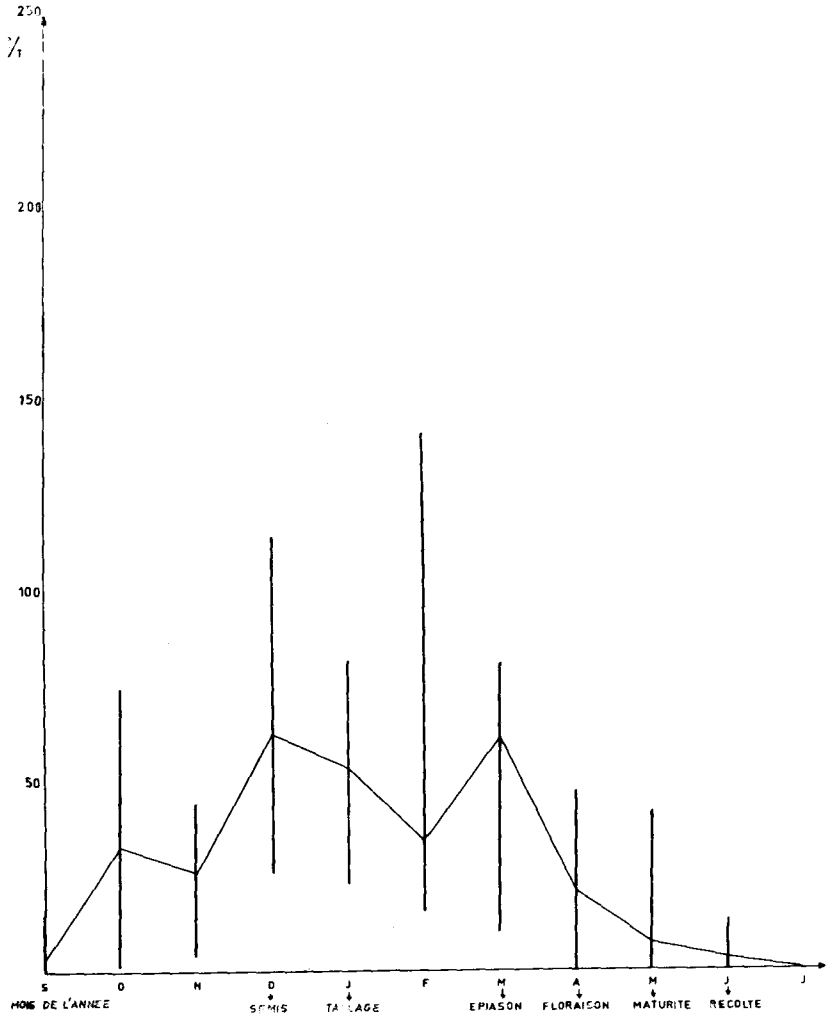
17 - 40 cm : rouge foncé, sablo-argileux, fondu (légèrement cohérent), au tamisage devient meuble avec quelques éclats motteux prismatiques ; légèrement poreux, tubulaire, de forte consistance.

GRAPHIQUE 20

Station de Boulaouane

Indice de Lang

Courbe moyenne et valeurs extrêmes sur 8 années



40 - 70 cm : rouge foncé, argilo-sableux, cohérent agrégé grossièrement, de microstructure prismatique, poreux, cellulaire en haut, il devient tubulaire en bas, de forte consistance.

70 - 85 cm : blanc rougeâtre, calcaire, cohérent massif à microstructure en morceaux légèrement stratifiés, compact de forte consistance.

85 cm : jaune rougeâtre, calcaire, cohérent massif à microstructure en morceaux légèrement stratifiés, compact ; fondu, amorphe et de forte consistance.

Le pH est compris entre 7,0 et 8,0 ; 7,0 en surface et 8,0 en profondeur. [2]

Station de Xavier-Bernard (Chaouïa : région de Fédala - Bouznika)

Climat — Xavier-Bernard présente deux types de climat suivant les mois : semi-humide de novembre à janvier, il devient semi-aride à aride de février à juin. La courbe des minima se présente ici également en forme de cloche, mais l'aplatissement vers la gauche est beaucoup plus accentué que sur celle de Boulaouane. Cinq années sur huit, on peut s'attendre à avoir une très grande sécheresse au printemps. C'est ce qui empêche l'obtention de rendements élevés pour les cultures d'hiver (principalement les céréales) dans la région.

Comme à Fès, la pluviométrie est très souvent trop élevée en novembre-décembre. Le sol est gorgé d'eau et se transforme en boue. Les travaux du sol ne peuvent pas se faire et on est obligé ou bien de reculer le semis au mois de janvier, ou bien de l'exécuter à la date fixée après une mauvaise préparation du sol.

Par contre la récolte se fait toujours dans de très bonnes conditions jusqu'au mois de juin, l'indice P/T tombe souvent à zéro.

Sols — sol de Merzag

0 - 25 cm : brun rouge, sableux, non calcaire, structure grenue à nuciforme, nombreuses concrétions en surface.

25 - 50 cm : rouge jaune, argileux, non calcaire, éclats polyédriques, lits de concrétions ferrugineuses.

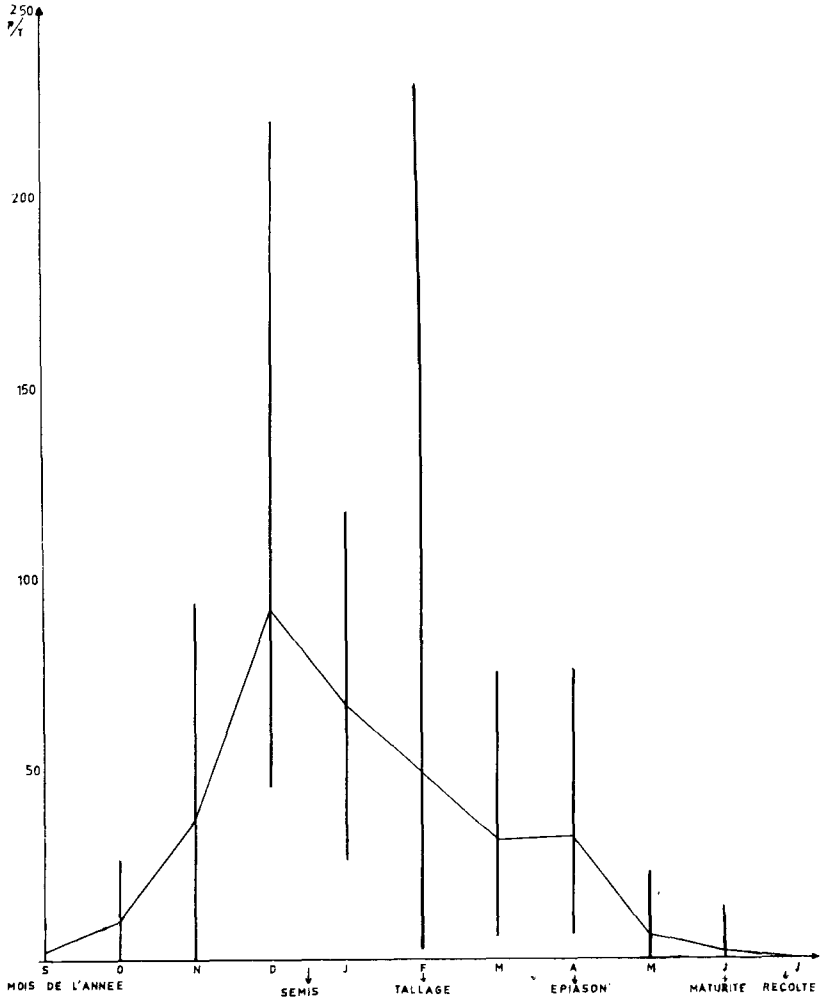
50 cm : jaune rouge, argileux, non calcaire, très compact à éclats polyédriques, quelques concrétions.

GRAPHIQUE 21

Station de Xavier Bernard

Indice de Lang

Courbe moyenne et valeurs extrêmes sur 8 années



Certaines variations peuvent exister quant à la profondeur de l'horizon argileux, qui peut être inférieur à 25 cm ou atteindre plus de 40 cm. De plus, sa couleur peut être plus ou moins jaunâtre selon son état d'humidité ou d'hydromorphie.

Le pH varie entre 5,5 à 6.5. [5]

ملخص

يبدأ المؤلف دراسته في هذا الجزء الثاني باعطاء بيان حقيقة حول صلاحية النتائج التي يستخلصها من التجارب المحققة بعد الفهم القديم لتعادل NPK (أزوت، فوسفاط، پوتاس) ويعطي بعد ذلك النتائج الحاصلة كل سنة من التسميد الازوتي في احدى محطات التجارب وذلك بشكل جداول.

ثم يستخلص بعض النتائج العامة، وبعد أن يعتمد على بعض المصاديق يجمع السنوات المتشابهة والمعاملات المتماثلة : وبطريقة عامة يبين درجة التقهقر المتزايد في الخطوط وفي النهاية يحلل كل تجربة على حدة ويبرز فعالية مختلف أنواع الاسمدة الازوتية منها والفوسفاطية والپوطاسيكية.

RÉSUMÉ

Dans cette deuxième partie de son étude, l'auteur commence par faire une mise au point sur la validité des conclusions qu'il tire des essais réalisés d'après la conception classique d'équilibre NPK ; il donne ensuite, sous forme de tableau, les résultats obtenus par année, pour la fumure azotée sur une station et en tire quelques conclusions générales. Puis en se basant sur certains critères, il groupe les années semblables et les traitements identiques : d'une manière générale, le degré de signification des droites de régression augmente. Enfin, il analyse séparément chaque essai et fait ressortit l'action des différents types d'engrais : azotés, phosphatés et potassiques.

RESUMEN

En esta segunda parte de su estudio el autor examina en primer lugar las conclusiones sacadas de los ensayos efectuados según la concepción classica del equilibrio NPK. A continuación presenta bajo forma de tablas los resultados obtenidos por año con abono nitrogenado en una estación y deduce algunas conclusiones generales. Fundandose en ciertos criterios grupa los años semejantes y los tratamientos identicos: en general aumenta el grado de significación de las rectas de regresión. Por ultimo analiza separadamente cada ensayo, destacando la acción de los diferentes tipos de abono empleados: nitrogenado fosfatado y potasico.

SUMMARY

In this second part of his report the author first restates the question of the validity of the conclusions he has drawn from the trials carried out after the classical conception of the equilibrium between NPK. Next the results of nitrogen fertilization from one station, as obtained per year, are presented in tabular form and some general inferences made.

Similar years and identical treatments having been arranged in groups corresponding to certain criteria, the degree of significance of the regression lines would seem, in a general way, to increase. Finally each trial is analyzed separately and the action of the different types of fertilizer, nitrogen, phosphorus and potassium, brought out.

BIBLIOGRAPHIE

1. BRYSSINE, G. — 1961. Fertilité naturelle du sol et efficacité des engrais. — Al Awamia, **1**, pp. 11-43.

   1962. Fertilité naturelle du sol et efficacité des engrais. — Al Awamia, **2**, pp. 1-9.

2. BRYSSINE, G. — 1952. Les sols de la station expérimentale de Boulaouane (Doukkala). — 21 pages ronéo, 1 carte, Direction de la Recherche Agronomique et de l'Enseignement Agricole.

3. MICHEL, C. — 1962. Etude sur la fertilisation des sols au Maroc (1re partie). — Al Awamia, **3**, pp. 113-137.

4. ROEDERER, P. — 1956. Etude pédologique en vue du recasement de la Ferme Expérimentale de Fès — 4 pages dactylographiées, 2 cartes au 1:50 000. — Direction de la Recherche Agronomique et de l'Enseignement Agricole, Rabat.

5. ROEDERER, P. — 1957. Les sols de la Station expérimentale de Xavier-Bernard. 10 pages ronéo, 3 cartes. — Direction de la Recherche Agronomique et de l'Enseignement Agricole, Rabat.