

PREMIERS RESULTATS DES ESSAIS DE FUMURE DE REDRESSEMENT PHOSPHATE AU MAROC

MICHEL C. & BOUZOUBAA A.

Sommaire

Introduction

Protocole expérimental

I — Situation

II — Dispositif

Résultats et commentaires

I — Station de Sidi Allal Tazi (Dess léger): betterave

II — Station de Sidi Kacem (Tirs brun): betterave

III — Station de Fès (Sol Châtain Tirsifié): blé tendre

IV — Station Souihla (Siérozem).

Conclusions

Introduction

Dans la conduite rationnelle de la fertilisation phosphatée, il est nécessaire de tenir compte de la compétition impitoyable entre le sol et les surfaces racinaires vis-à-vis des ions phosphoriques du pool alimentaire, compétition où la plante est généralement en posi-

tion difficile (GACHON 1968). Aussi doit-on considérer deux types bien distincts de fumures :

— La fumure de redressement destinée à corriger les déficiences du sol en phosphore de façon à assurer aux différentes plantes de l'assolement pratiqué les conditions optimales d'alimentation phosphorique. Cette fumure correspond à une amélioration de productivité (CHAMINADE 1966). Elle ne peut être déterminée que par le moyen de l'expérimentation culturale dont les résultats permettent d'établir les données de l'analyse du sol et de déterminer le niveau « optimum » de potentiel alimentaire (GACHON 1969). Dépendant à la fois de la teneur du sol en phosphore assimilable et de son pouvoir fixateur, elle s'établit en fonction des espèces les plus exigeantes de tout système de culture (GACHON 1968). Sa durée d'action est fonction du vieillissement du phosphore (transformation des ions PO_4 adsorbés externes en ions PO_4 adsorbés internes) dont l'intensité varie suivant la nature du sol. En général, elle s'étend sur plusieurs cycles de rotation, sous réserve que les fumures d'entretien et les techniques culturales maintiennent la richesse acquise. Aussi la rentabilité de la fumure de redressement qui constitue un véritable investissement, ne doit pas être calculée sur une seule culture car l'amortissement du capital engagé s'étale sur une longue période (CHAMINADE 1966).

— La fumure d'entretien qui se propose de maintenir la richesse du sol naturelle ou acquise par une fumure de redressement à son niveau « optimum » de potentiel alimentaire. Elle ne joue vraiment son rôle que dans les sols où il n'existe pas de déficiences en phosphore ; théoriquement son apport ne devrait pas se traduire par un accroissement de rendement. Cependant, dans la pratique il procure dans bien des cas un supplément significatif de récolte. Ceci est dû à l'effet de localisation des granules d'engrais appliqués et à la solubilité des sels utilisés (BARBIER 1968). La fumure d'entretien est déterminée principalement par les exigences en phosphore de chaque plante et des rendements escomptés, néanmoins elle doit tenir compte du vieillissement. C'est ainsi qu'en sols franchement calcaires où une partie de l'acide phosphorique apportée risque d'être lentement mais définitivement rétrogradée chaque année (GACHON 1968 - RADET 1962) il est nécessaire de majorer les exportations d'une certaine quantité d'acide phosphorique (30 % d'après les travaux de RADET 1962) afin d'éviter un appauvrissement inéluctable du potentiel alimentaire.

Or, jusqu'à ces dernières années, toutes les études effectuées au Maroc sur la fertilisation phosphatée ont négligé cette distinction

fondamentale et ont traité le problème de la fumure phosphatée selon les mêmes principes que ceux de la fumure azotée ; elles ont essayé de déterminer pour diverses cultures une « fumure d'entretien » sans tenir compte de la fertilité phosphorique du sol. Aussi les doses d'acide phosphorique testées dans la plupart des expérimentations sur la fumure phosphatée n'ont guère excédé 120 kg par ha. Malgré la pauvreté des sols du Maroc en acide phosphorique, rares sont les essais dans lesquels il a été possible de mettre en évidence de manière indiscutable l'influence positive de la fumure phosphatée sur les rendements des cultures.

Avec l'introduction d'espèces nouvelles et la création de variétés de plus en plus productives, l'amélioration des techniques culturales et l'extension des périmètres irrigués, il nous a semblé indispensable de reconsidérer le problème de la fertilisation phosphatée au Maroc à partir de bases plus rationnelles. Dans ce but nous avons effectué durant l'année agricole 1968-69

— d'une part une étude du pouvoir fixateur d'acide phosphorique des sols du pays. Les conclusions de cette étude sont développées dans un article précédent.

— d'autre part, plusieurs essais dans le cadre d'une succession de cultures visant à déterminer la nécessité de la fumure de redressement phosphatée, la dose à employer suivant le type de sol et l'assolement pratiqué, sa durée d'action, sa rentabilité, et à étalonner une méthode d'analyse afin de fixer des normes d'interprétation par type de sol et par culture.

Bien qu'il s'agisse d'expérimentation à long terme, il nous a paru utile de présenter dans cette note les résultats de la première année, étant donné la portée des conclusions qui s'en dégagent.

Protocole expérimental

Situation

Les essais ont été implantés dans quatre stations expérimentales :

1) En culture sèche.

— à Sidi Allal Tazi dans le Gharb sur un dess léger (sol peu évolué d'apport alluvial),

— à Sidi Kacem dans le Gharb sur un tirs brun (vertisol),

TABLEAU I

Station	Type de sol	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable gros %	Calcaire total %	P.H H ₂ O	Materg %	Calcaire actif %	P O ₅ assim %	N. total %	K ₂ O échağ. %
OLSEN												
Sidi-Allal Tazi	Dess léger	30,3	28,2	25,5	0,8	20,8	8,10	2,29	71,88	0,030	1,48	0,480
Sidi Kacem	Tirs brun	49,9	21,4	10,1	1,1	19,9	8,30	2,03	123,91	0,034	1,27	0,566
Fès	Sol châtain tirsifié	45,3	11,9	30,4	11,0	6,5	8,25	1,81	37,76	0,040	1,07	0,350
Souihla	Siérozem- sur limon rose	20,3	18,2	33,4	24,5	3,6	8,50	0,83	17,68	0,027	0,55	0,227

— à Fès dans le Saïs sur un sol châtain tirsifié moyennement profond (sol isohumique),

2) En culture irriguée

— à Souihla dans le Haouz sur un siérozem sur limon rose (sol isohumique).

Les caractéristiques physiques et chimiques essentielles de ces sols sont consignées dans le tableau ci-dessus :

En 1968-69, les cultures testées ont été : la betterave à Sidi Allal Tazi et Sidi Kacem, le blé à Fès et à Souihla.

Dispositif

Le schéma expérimental est le suivant :

Les traitements sont représentés par 7 doses différentes d'acide phosphorique apportées uniquement la première année.

100 - 250 - 400 - 550 - 700 - 850 et 1.000 kg de P_2O_5 par ha.

En outre toutes les parcelles reçoivent chaque année une fumure d'entretien uniforme variable suivant la culture et les conditions d'alimentation hydrique. En 1968-69, celle-ci était constituée :

— pour la betterave à Sidi Allal Tazi et Sidi Kacem : de 120 kg d'N - 120 kg de P_2O_5 - 60 g de K_2O par ha.

— pour le blé tendre à Fès :

de 80 kg d'N — 60 kg de P_2O_5 et 40 kg de K_2O par ha.

— pour le blé tendre à Souihla :

de : 120 kg d'N - 80 kg de P_2O_5 et 60 kg de K_2O par ha.

Chaque dose de fumure de redressement est répétée 6 fois à l'intérieur d'un dispositif en blocs. Les dimensions d'une parcelle élémentaire sont de 5 m x 20 m.

Les divers engrais ont été apportés quelques jours avant le semis et enfouis par un « covercroppage » profond.

Six mois environ après l'application des engrais, des échantillons ont été prélevés sur les vingt premiers centimètres de sol de chaque parcelle élémentaire et analysés pour leur richesse en acide phosphorique assimilable par la méthode d'OLSEN (CO_3HNa N/2 ajusté à pH = 8,5).

Résultats et commentaires

Station de Sidi Allal Tazi (dess léger) : Betterave

La pluviométrie a été très élevée, elle a atteint 735 mm alors que la moyenne de la région est de 450 mm.

La betterave a été semée le 30 novembre 1968 et récoltée le 13 juin 1969 = soit une durée de végétation de 200 jours. Après le démariage, elle a souffert pendant plus de deux semaines d'un excès d'eau, à la suite des inondations provoquées par le débordement de l'Oued Sebou.

A. - Etude de l'enrichissement du dess léger en acide phosphorique assimilable

En traçant la courbe d'enrichissement en acide phosphorique assimilable engendrée par les différentes doses de P_2O_5 apportées (GRAPH. I), on observe que le taux d'enrichissement de ce sol par apport de quantités croissantes d'engrais phosphaté solubles n'est pas uniforme, il varie selon le niveau de richesse en phosphore assimilable : très faible du début de l'enrichissement jusqu'à 165 ppm environ (dans cet intervalle pour enrichir ce sol de 20 ppm, il faut apporter 150 kg de P_2O_5 par hectare), ce qui traduit un fort pouvoir de fixation ; à partir de 165 ppm, il prend une valeur plus élevée. L'allure de cette courbe est à peu près identique à celle que nous avons obtenue avec le dess léger en vases de végétation (C. MICHEL, A. BOUZOUBAA).

B. - Réponse de la betterave

Le graphique 2 qui représente les rendements en racines en fonction de l'enrichissement du sol montre que la courbe obtenue n'obéit pas tout à fait à la « loi des rendements décroissants » de MITSCHERLICH. Elle présente trois parties bien distinctes caractérisées par des pentes différentes :

— de 98 ppm (teneur en P_2O_5 assimilable fournie par la dose de 100 kg (+ 120 — x) de P_2O_5 par ha jusqu'à 110 ppm d'acide phosphorique assimilable, de faibles augmentations de la teneur du sol se traduisent par des accroissements de rendement très élevés : environ 1 tonne 50 de racines par 10 ppm. Cette valeur de 110 ppm peut être prise comme la teneur minimum en-dessous de laquelle les rendements commencent à décroître fortement : elle représente donc

la limite supérieure de la zone de déficience pour la betterave dans le dess léger,

— de 110 à 160 ppm, les suppléments de rendements sont faibles : 0,3 tonne de racines par 10 ppm. Cet intervalle constitue en quelque sorte « une zone de sécurité » à l'intérieur de laquelle il n'existe pas de risque de chûtes brutales de rendements dues à une déficience en phosphore. Néanmoins dans cet intervalle, les énergies de fixation des ions phosphoriques par les absorbants du sol sont sans doute assez fortes pour continuer à entraver l'alimentation phosphatée de la betterave.

— à partir de 165 ppm, les accroissements de rendements redeviennent élevés : 0,7 tonne par 10 ppm. Cette teneur peut être considérée comme la limite inférieure de la zone de bonne alimentation phosphorique, au-delà de laquelle au moins une partie des ions phosphoriques (C. MICHEL et A. BOUZOUBAA) sont absorbés avec des énergies de plus en plus limitées et deviennent relativement aisément mobilisables par la betterave.

Entre la dose la plus faible de fumure de redressement (100 kg par ha \pm 30 g*) fournissant une teneur en P_2O_5 assimilable de 98 ppm et celle la plus forte (1 000 kg par ha \pm 30 kg soit une teneur de 267 ppm de P_2O_5 assimilable), on enregistre une augmentation de rendement de 7,79 tonnes de racines à l'hectare. Compte-tenu de l'allure de la courbe des rendements, on peut encore espérer dépasser le rendement maximum de 58 tonnes obtenu au niveau de 237 ppm, par un enrichissement plus poussé du sol en phosphore.

Le dispositif expérimental ne comportant pas de parcelles n'ayant reçu aucune application de fumure phosphatée, nous avons essayé de connaître le rendement que pourrait donner le sol de la Station dont la richesse naturelle en P_2O_5 assimilable est de 30 ppm si nous avons effectué seulement un apport d'azote et de potasse aux mêmes doses que celles utilisées dans l'essai. Pour cela, nous avons prolongé la courbe de rendements (graphique) jusqu'à atteindre le point dont la projection sur l'axe des absisses est de 30 ppm, le rendement correspondant est de 22 tonnes de racines à l'hectare. Il est du même ordre de grandeur que celui des parcelles de grande culture de la Station qui n'ont bénéficié que d'une faible application d'engrais phosphaté, de l'ordre de 60 kg de P_2O_5 par ha.

* \pm 30 kg représentent la différence entre la dose de P_2O_5 apportée en fumure d'entretien et la quantité de P_2O_5 prélevée par la betterave.

Station de Sidi Kacem (tirs brun) betterave.

La pluviométrie a été très supérieure à la normale. D'octobre à mai 1969, on a enregistré 739 mm, alors que la moyenne de la région est de 400 mm.

La durée de végétation de la betterave a été de 200 jours ; semée le 26 décembre 1968, elle a été récoltée le 10 juillet 1969.

Durant le mois de janvier 1969, on a observé un léger jaunissement des plantes dans certaines répétitions occasionné par de fortes pluies, ce qui a eu pour effet de diminuer le rendement moyen de l'essai.

A. - Etude de l'enrichissement du tirs brun en acide phosphorique assimilable :

La courbe d'enrichissement de ce sol en acide phosphorique assimilable présente à peu près la même allure que celle du dess léger. Dans les limites des doses de P_2O_5 expérimentées, elle comporte deux parties :

— La première qui va du début de l'enrichissement jusqu'à 140 ppm environ, à l'intérieur de laquelle le taux d'enrichissement est très faible.

— la seconde qui débute à 140 ppm et qui possède un taux d'enrichissement plus élevé.

Il est à noter que pour une même teneur initiale du sol, la richesse obtenue par l'apport de la dose la plus forte d'acide phosphorique (1000 kg par ha) est beaucoup plus faible dans le tirs brun que dans le dess léger. Cela signifie donc que la fixation est plus forte dans le tirs brun.

B. - Réponse de la betterave :

La courbe de rendement dans ce sol est assez semblable à celle du dess léger. On y retrouve trois zones différenciées par le taux d'accroissement de rendement et dont les limites se répartissent comme suit :

— de 59 ppm jusqu'à 80 ppm, cette dernière valeur constitue la limite supérieure de la zone de déficience en acide phosphorique pour la betterave dans le tirs brun. Elle est plus faible que celle qui a été déterminée dans le dess léger. Dans cette zone les accroisse-

ments de rendement provoqués par l'enrichissement du sol en phosphore sont élevés : 1,5 tonne par 10 ppm de P_2O_5 assimilable,

— de 80 à 180 ppm, cette zone est ici très étendue. Le taux d'accroissement y est faible : 0,4 tonne par 10 ppm.

— à partir de 180 ppm, cette zone, à cause du pouvoir fixateur élevé du tirs brun, est très réduite dans les conditions expérimentales de l'essai, la dose d'acide phosphorique la plus forte utilisée étant de 1000 kg par ha. Le taux d'accroissement y est élevé : 1,2 tonne environ par 10 ppm. C'est donc au-delà de cette limite de 180 ppm que le tirs brun commence à assurer une bonne alimentation phosphorique à la betterave.

La différence de rendement constatée entre l'enrichissement provoqué par la dose de 1.000 kg par ha \pm 40 (191 ppm) et celui fourni par la dose de 100 kg par ha \pm 40 est dans cet essai de 8,3 tonnes à l'hectare.

L'extrapolation de la courbe des rendements aux parcelles qui n'auraient reçu que l'azote et la potasse, donc possédant une teneur en acide phosphorique de 34 ppm, donne un rendement en racines de 33,2 tonnes à l'hectare.

Station de Fès (sol châtain tirsifié) : blé tendre Siete Cerros.

(variété mexicaine à paille courte).

Précédent cultural : trèfle de Perse.

Le blé a été semé le 23 décembre 1968 à la dose de 120 kg à l'hectare et récolté le 4 juin 1969. Les divers stades végétatifs sont intervenus aux dates suivantes :

Levée	:	3 janvier
Tallage	:	15 février
Montaison	:	4 mars
Epiaison	:	17 avril

La pluviométrie a été presque le double de la normale. En début de végétation, le blé a beaucoup souffert de l'excès d'eau et après la montaison il a subi une forte attaque de septoriose ; les dégâts occasionnés ont contribué à abaisser le rendement dans des proportions importantes.

Il n'a pas été possible de déterminer pour cet essai l'enrichisse-

ment du sol en phosphore suivant les différents traitements appliqués. Aussi nous nous contenterons de n'examiner que la réponse du blé tendre aux apports croissants d'acide phosphorique.

La courbe des rendements est de type classique ; on y distingue :

— une partie ascendante où le taux d'accroissement relativement élevé au début (de l'ordre de 130 kg de grains par 100 kg. de P_2O_5 apportés) diminue progressivement. Celle-ci correspondrait à la zone optimum pour le blé tendre.

— une partie plus ou moins asymptotique d'étendue très réduite où le taux d'accroissement est pratiquement nul ;

— une partie descendante à l'intérieur de laquelle un apport supplémentaire d'engrais phosphaté provoque une diminution du rendement.

La dose d'acide phosphorique à apporter dans ce sol pour atteindre la limite supérieure de la zone de déficience est d'environ 750 kg par ha \pm 20 kg*.

Le rendement des parcelles n'ayant reçu aucune fumure phosphatée serait au maximum de 34,3 qx à l'hectare. Dans ces conditions, un enrichissement poussé du sol châtain tirsifié en acide phosphorique permettrait d'obtenir une augmentation minimum de rendement de 10 qx environ.

On peut conclure que même pour une culture comme le blé qui est relativement peu exigeant en acide phosphorique, la teneur du sol en phosphore peut constituer un élément limitant important et réduire considérablement l'efficacité de la fumure azotée. Dans le cas des variétés améliorées à potentiel de production élevé (variétés naines italiennes et mexicaines résistantes à la verse), récemment introduites au Maroc, leur supériorité par rapport aux variétés locales traditionnelles risque d'être masquée par une déficience du sol en phosphore.

Station de Souihla (siérozem) : blé tendre Siete Cerros.

Précédent cultural : vesce-avoine

Le blé a été conduit dans cette station en culture irriguée. En plus de la pluviométrie (189 mm avant le semis, 182 en cours de végétation), il a reçu 4 irrigations de 500 m³ par ha.

* \pm 20 kg représentent la différence entre la dose de P_2O_5 apportée en fumure d'entretien et la quantité de P_2O_5 prélevé par le blé.

Le semis a été effectué le 24 décembre 1968 à raison de 120 kg par ha, la récolte de 27 mai 1969. Les stades végétatifs situent aux dates suivantes :

Levée	:	4 janvier
Tallage	:	10 février
Montaison	:	7 mars
Epiaison	:	17 avril

A. - Etude de l'enrichissement du siérozem en acide phosphorique assimilable

La courbe tracée au graphique 6 montre que le taux d'enrichissement extrêmement faible au début de l'enrichissement (4 ppm par 150 kg de P_2O_5 appliqués quand on passe de la dose 100 à celle de 250), augmente progressivement avec la richesse du sol en phosphore. A partir de 80 ppm environ, il atteint une valeur relativement élevée : 40 ppm en moyenne par 150 kg de P_2O_5 . Dans les limites des doses expérimentées, le siérozem présente une assez forte capacité de fixation, pour 1.000 kg \pm 30 kg * de P_2O_5 apportés, l'enrichissement obtenu n'est que de 141 ppm (168 ppm — 27 ppm, richesse naturelle du sol). Ce pouvoir fixateur relativement élevé est sans doute lié à la faiblesse du sol en matière organique (moins de 1%) et peut-être à la nature des absorbants qui y prédominent.

B. - Réponse du blé tendre :

La courbe de rendements (graphique 7) en fonction de la teneur du sol en acide phosphorique reproduit de manière fidèle la loi des rendements décroissants. Au début de l'enrichissement, les accroissements de rendements sont sensiblement proportionnels à l'enrichissement du sol (140 kg par 10 ppm) puis deviennent de plus en plus non mesurables au fur et à mesure que la richesse du siérozem augmente.

Dans ce sol, la limite supérieure de la zone de déficience pour le blé tendre correspond à peu près à 100 ppm de P_2O_5 assimilable. Au-delà de cette valeur, commence la zone optimum de richesse en phosphore.

* \pm 30 kg représentent la différence entre la dose de P_2O_5 apportée en fumure d'entretien et la quantité de P_2O_5 prélevée par le blé.

Le rendement des parcelles dont le sol n'a pas été enrichi en P_2O_5 serait de 43,7 qx à l'hectare, le gain de rendement obtenu par un enrichissement du sol jusqu'au seuil de déficience (100 ppm) est, dans ce cas, de 7 qx à l'hectare.

Conclusions

Les premiers résultats d'essais de fumure de redressement phosphatée réalisés en plein champ semblent être en parfait accord avec ceux que nous avons obtenus en vases de végétation (C. MICHEL, A. BOUZOUBAA). Ils permettent déjà de dégager sur le plan pratique un certain nombre d'enseignements intéressants pour la conduite de la fumure phosphatée des cultures au Maroc.

Les quatre sols étudiés ont réagi différemment aux apports de doses croissantes d'acide phosphorique. Les deux éléments déterminants de cette différence sont sans doute le pouvoir fixateur et la nature des absorbants. Le siérozem dont le taux de calcaire actif est très faible présente une courbe d'enrichissement de type classique : la fixation très forte au début diminue progressivement avec l'augmentation de la richesse du sol en phosphore. Cette allure de courbe laisse supposer que dans ce sol, il y a prédominance d'un seul type d'absorbant, le calcium vraisemblablement.

Le sol châtain tirsifié, pour lequel la courbe d'enrichissement n'a pu être tracée, se range dans la même catégorie que le siérozem, compte-tenu de la courbe de rendements.

Le tirs brun et le dess léger ont des courbes d'enrichissement à peu près identiques. Malgré leur grande richesse en calcaire actif, ils possèdent, dans les limites des teneurs atteintes dans le cadre de cette expérimentation, un pouvoir de fixation plus faible que le siérozem.

Il apparaît donc que la dose d'acide phosphorique à apporter pour relever le niveau des sols étudiés en phosphore et l'amener à une teneur en acide phosphorique assimilable, varie suivant le type de sol. C'est ainsi que pour avoir une teneur de 100 p.p.m. en partant d'une richesse initiale en phosphore à peu près équivalente (30-34-27 ppm) il faut apporter d'après les courbes obtenues expérimentalement :

- dans le dess léger : 110 kg \pm 30 de P_2O_5 par ha
- dans le tirs brun : 510 kg \pm 40 » » »
- dans le siérozem : 775 kg \pm 30 » » »

Ces chiffres montrent que seuls les résultats expérimentaux peuvent permettre d'estimer pour un type de sol donné la dose de fumure de redressement à utiliser pour atteindre un niveau de richesse en acide phosphorique assimilable déterminé en fonction du système de culture pratiqué.

En ce qui concerne la détermination des normes d'interprétation il ressort des résultats que les niveaux de référence (zone de déficience, zone optimum, zone d'excès) varient pour une même culture suivant la nature du sol. En outre, il apparaît que dans certains sols comme le dess léger et le tirs brun, la courbe de rendement ne semble pas obéir à la loi des excédents moins que proportionnel.

Elle suit de près la courbe d'enrichissement du sol en phosphore et s'établit en paliers faisant apparaître, à la place d'une zone optimum unique, un niveau de bonne alimentation phosphatée (zone de sécurité), suivi d'un niveau de très bonne alimentation phosphatée.

Les limites supérieures de la zone de déficience déterminées à partir des courbes de rendements sont approximativement :

- pour la betterave dans le dess de : 110 ppm
- pour la betterave dans le tirs brun de : 80 ppm
- pour le blé tendre dans le siérozem : 100 ppm

Enfin les augmentations substantielles de rendements provoquées par un relèvement conséquent du niveau de richesse en acide phosphorique des sols sur lesquels cette expérimentation a été conduite mettent l'accent sur l'importance à accorder à la fumure de redressement phosphaté au Maroc et sur l'intérêt que l'on a à la distinguer de la fumure d'entretien. Faute de quoi, les rendements risquent dans beaucoup de sols de plafonner à un niveau relativement bas, incompatible avec une agriculture tant soit peu intensive, même si les autres facteurs de productions sont portés à leur optimum, la fumure azotée notamment.

BIBLIOGRAPHIE

- GACHON, L. — (1968). La fertilisation - B.T.I. 231, pp. 571 - 586.
 GACHON, L. — (1969).
 CHAMINADE, R. — (1966)). C.R. Acad. Agri. Vol. 52, pp. 1273 - 1280.
 BARBIER, G. — (1968). La fertilisation B.T.I. - 231, pp. 641 - 648.
 RADET, — (1962). Bull. A.F.E.S. pp. 287 - 305.
 MICHEL C., A. BOUZOUBAA, A. DARDARI et J. ZAKRZEWSKA — (1970).
 Contribution à l'étude du pouvoir fixateur d'acide phosphorique des sols du Maroc (non publié).

ملخص

بالمغرب ، وحتى السنوات الاخيرة ، لم تفرق الدراسات المتعلقة بالاخصاب الفوسفاتي بين التسميد التعديلي والتسميد الفوسفاتي . ورغم الافتقار الاراضي الى الفوسفور ، فان التأثير الايجابي للتسميد الفوسفاتي على الانتاج لم يوضح الا نادرا . ولتلافي هذه الوضعية ، بوشرت خلال الموسم الفلاحي 1968-69 ، وفي أربعة أصناف من التربة ، عدة تجارب تتعلق بالتسميد التعديلي الفوسفاتي على سلسلة متواليه من المزروعات وأنواع التربة التي أجريت فيها التجارب هي :

- الدس الخفيف - الترس الداكن - التربة الكستنائية التيرسية والسييروزييم .

وكان رد فعل هذه الانواع من التربة مختلفا حيال استعمال مقادير منكثرة من الفوسفور . وقد أبرزت التجارب أن كمية الحامض الفوسفوري التي يجب استعمالها لرفع مستوى الاراضي المدروسة وتوحيد مضمونها من هذا العنصر تختلف حسب طبيعة الاراضي . ومن الراجح أن التجارب الملاحظ في تصرف هذه الاراضي راجع الى قدرتها الترشيفية والى طبيعة ممتصها .

وأظهرت النتائج الاولية المحصل عليها من خلال التجارب المجراة على الشمندر والقمح الطري أن الرفع من مستوى تواجد الحامض الفوسفوري في التربة تترتب عنه زيادة ملحوظة في الانتاج . وفي لدس الخفيف والتيرس الداكن تبين أن المنحني البياني للانتاج لا يخضع لقانون الفائض الاقل من النسبي .

وقد مكنت دراسة المنحني البياني للانتاج من تحديد الحد الاعلى لمنطقة النقصان من الحامض الفوسفوري . وهذا يتركز حوالي :

- ppm 110 بالنسبة للشمندر في الدس الخفيف
 — ppm 80 بالنسبة للشمندر في الترس الداكن
 — ppm 110 بالنسبة للقمح الطري في السييروزييم .

RÉSUMÉ

Jusqu'à ces dernières années au Maroc, dans les études effectuées sur la fertilisation phosphatée, aucune distinction n'a été faite entre la fumure de redressement et la fumure phosphatée. Malgré la pauvreté des sols en phosphore, l'influence positive de la fumure phosphatée sur les rendements a rarement pu être mise en évidence. Pour remédier à cet état de choses, des essais de fumure de redressement phosphatée dans le cadre d'une succession de cultures ont été implantés en 1968-69 sur quatre types de sols :

— dess léger, tirs brun, sol châtain tirsifié et siérozem.

Ceux-ci ont réagi différemment aux apports de quantités croissantes de phosphore, la dose d'acide phosphorique à appliquer pour relever le niveau des sols étudiés et l'amener à une même teneur en cet élément varie suivant la nature du sol, cette différence de comportement semble être dû au pouvoir fixateur et à la nature des absorbants.

Les premiers résultats obtenus sur betterave et sur blé tendre montrent des augmentations substantielles de rendement provoquées par un relèvement conséquent du niveau de richesse du sol en acide phosphorique. Dans le dess léger et le tirs brun, la courbe des rendements ne semble pas obéir à la loi des excédents moins que proportionnels.

Les limites supérieures de la zone de déficience en acide phosphorique ont pu être déterminées à partir des courbes de rendements. Elles s'établissent autour de :

- 110 ppm, pour la betterave dans le dess léger
- 80 ppm, pour la betterave dans le tirs brun
- 110 ppm, pour le blé tendre dans le siérozem.

RESUMEN

Hasta los últimos años en Marruecos, los estudios sobre la fertilización fosfatada nunca distinguieron el abonado de corrección del abonado fosfatado. Aunque el suelo sea pobre en fósforo, la influencia favorable de la fertilización fosfatada sobre los rendimientos pudo raramente mostrarse. Por esto unos ensayos de abonado fosfatado de corrección se efectuaron en 1968-69 en una rotación de cultivos en 4 suelos :

- un suelo aluvial ligero (Dess), un « Tirs » marrón, un suelo castaño « tirsificado » y un sierosem.

Estos suelos respondieron diferentemente a la aplicación de dosis crecientes de fósforo: la cantidad de ácido fosfórico que se

debe aplicar para mejorar los suelos estudiados y obtener la misma cantidad de fósforo depende de la naturaleza del suelo; esta diferencia de comportamiento parece debido al poder fijador y la naturaleza de los absorbentes.

Los primeros resultados sobre remolacha y trigo blando muestran aumentos importantes del rendimiento, debidos a una restauración racional de la riqueza del suelo en ácido fosfórico. Para el suelo aluvial ligero y el « Tirs » marrón, la curva del rendimiento no parece obedecer a la ley de los excesos inferiores a lo proporcional.

Las límites superiores de las deficiencias en ácido fosfórico pudieron definirse basándose sobre las curvas de rendimiento:

- 110 ppm para la remolacha en un suelo aluvial ligero (Dess)
- 80 ppm para la remolacha en un « Tirs » marrón
- 110 ppm para el trigo blando en un sierosem.

SUMMARY

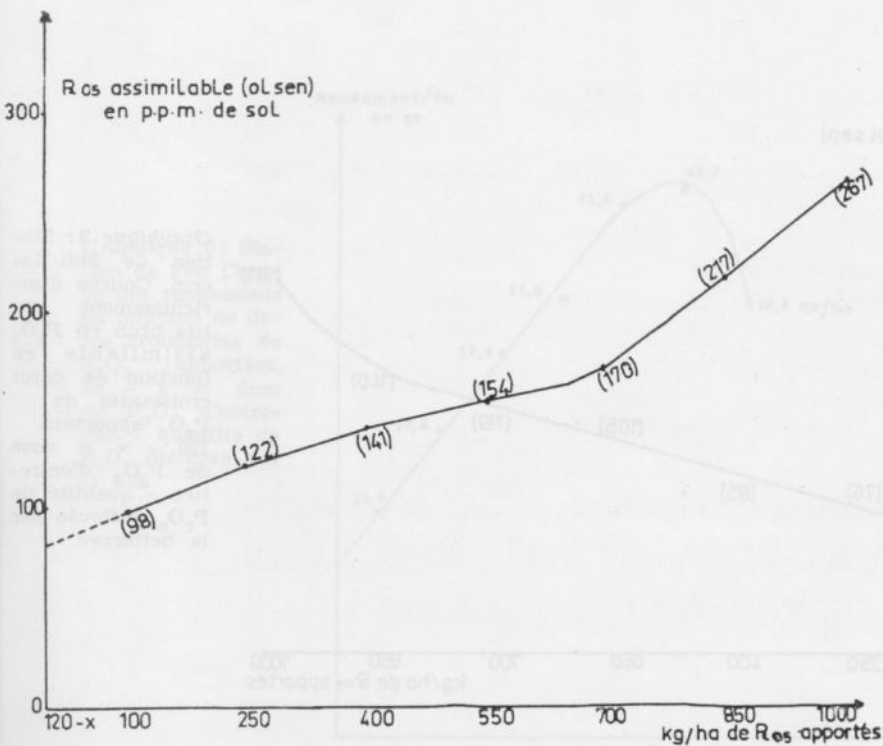
Until recently in Morocco, studies on phosphatic fertilisation did not make any distinction between rectifying fertilisation and phosphatic fertilisation. Even when the soils are poor in phosphorus, the favourable influence of phosphatic fertilizers on yields could rarely be shown. Hence some trials of rectifying phosphatic fertilisation have been undertaken in 1968-69 in a crop rotation system on 4 types of soils: a light alluvial soil (Dess), a brown vertic soil, a chestnut vertic soil and a sierozem.

They reacted differently to the application of increasing quantities of phosphorus: the amount of phosphoric acid to be applied to improve the soils studied and to obtain the same amount of phosphorus varies according to the nature of the soil. This difference in behaviour seems to be due to the fixing capacity and the nature of the absorbents.

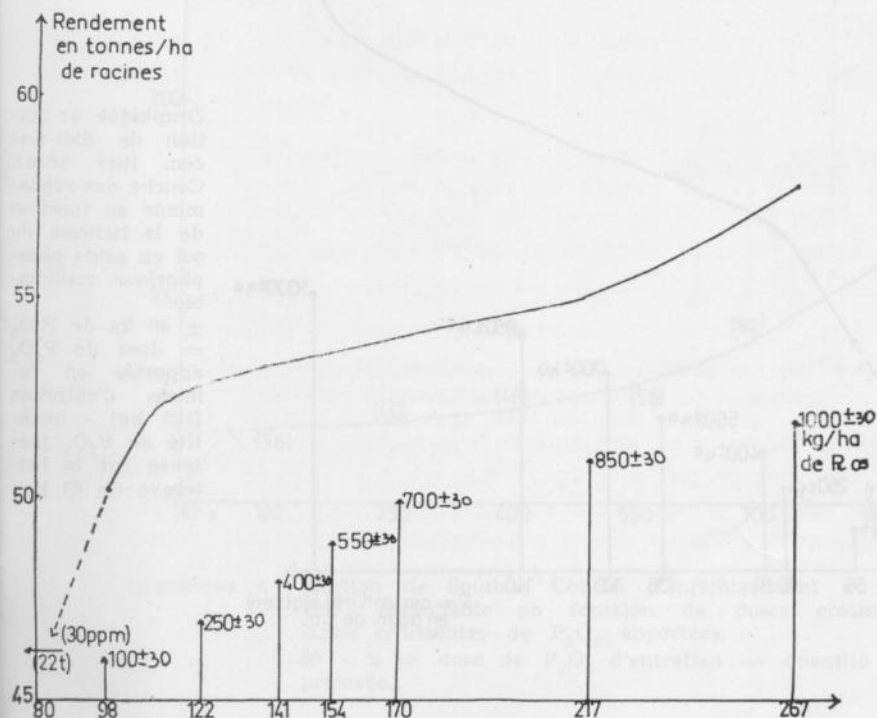
The first results on beet and soft wheat show substantial yield increases due to a consistent restoration of the soil riches in phosphoric acid. For the light alluvial soil and the brown vertic soil, the yield curve does not seem to obey to the law of the less than proportional surplus.

Taking the yield curves as a basis, we could define the upper limits of the phosphoric acid deficiencies:

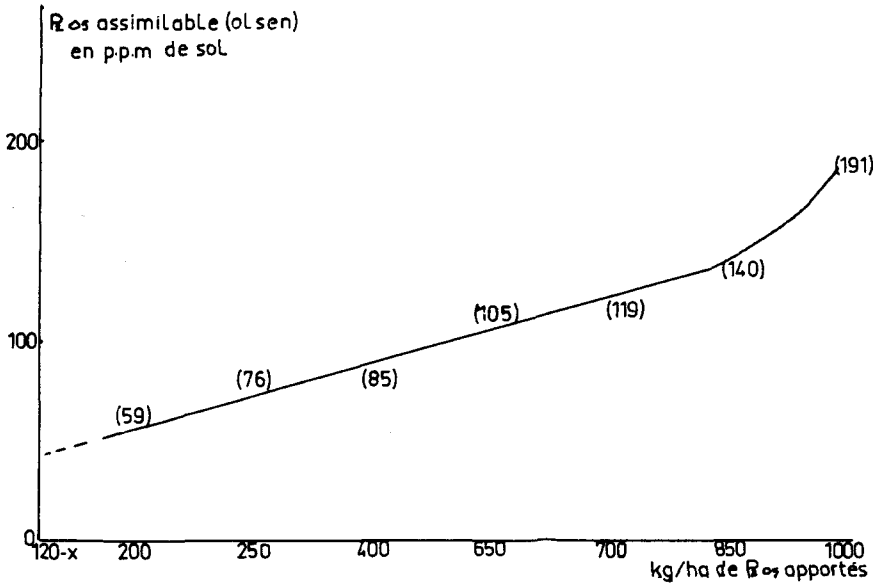
- 110 ppm for beet on a light alluvial soil
- 90 ppm for beet on a brown vertic soil
- 110 ppm for soft wheat on a sierozem.



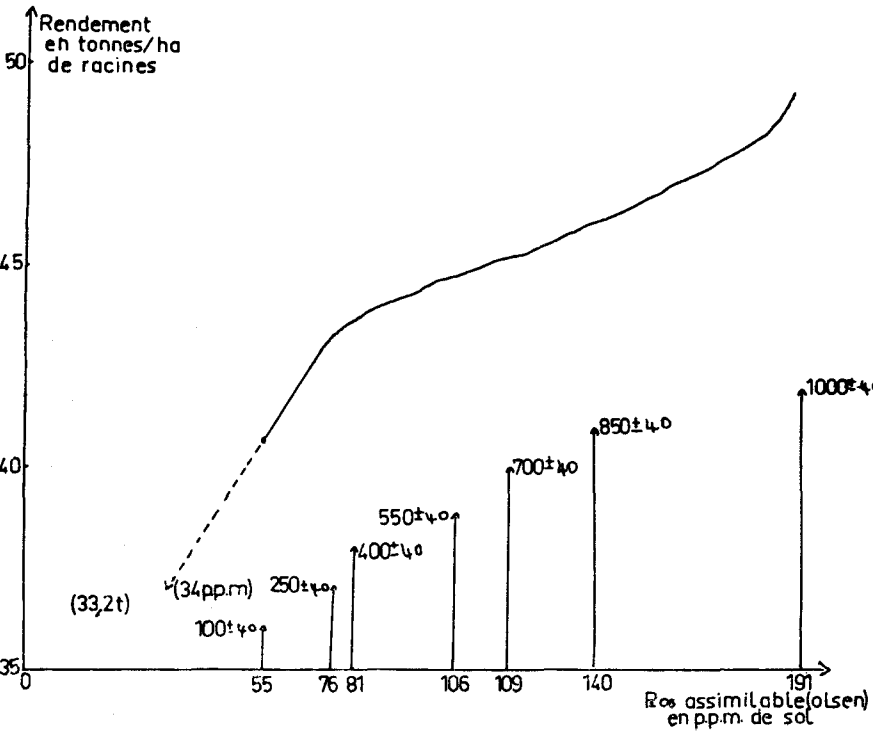
Graphique 1: Station de Sidi Allal Tazi. Courbe d'enrichissement du dess léger en P_2O_5 assimilable en fonction de doses croissantes de P_2O_5 apportées. 120 - x = dose de P_2O_5 d'entretien - quantité de P_2O_5 prélevée par la betterave.



Graphique 2: Station de Sidi Allal Tazi (dess léger). Courbe des rendements en fonction de la richesse du sol en acide phosphorique assimilable. ± 30 kg de P_2O_5 = dose de P_2O_5 apportée en fumure d'entretien (120 kg) quantité de P_2O_5 prélevée par la betterave (± 90 kgs).

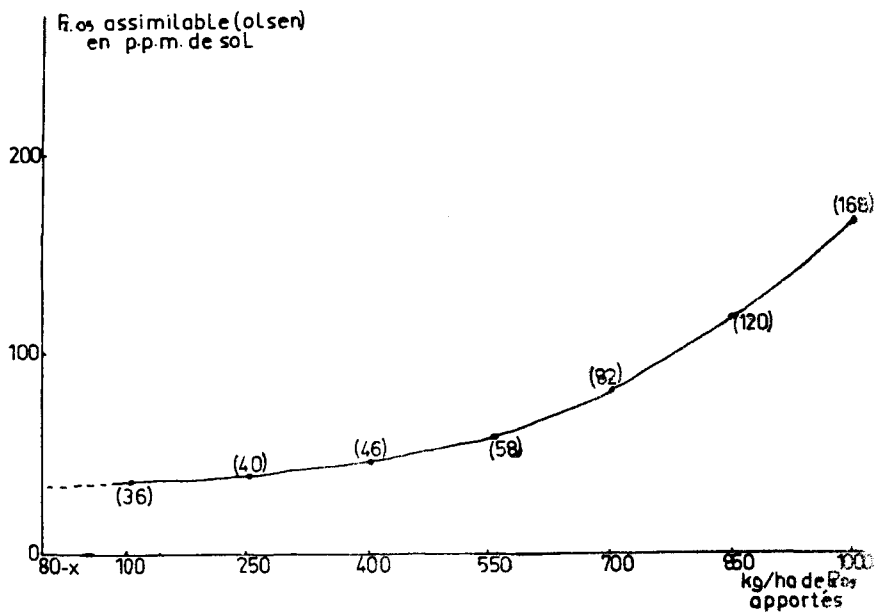
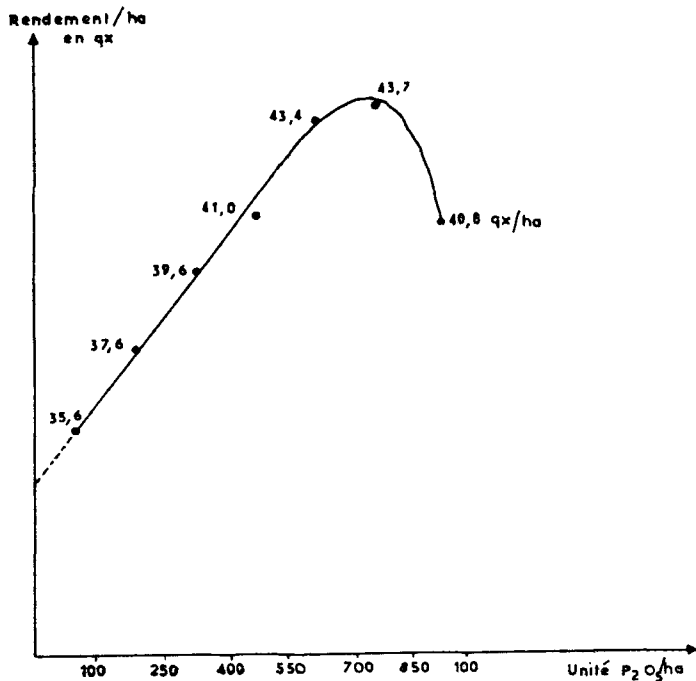


Graphique
tion de :
cem. Couri
richissement
tirs brun :
assimilable
fonction d
croissantes
 P_2O_5 appo
120 - x
de P_2O_5
tien - qua
 P_2O_5 préle
la betterav

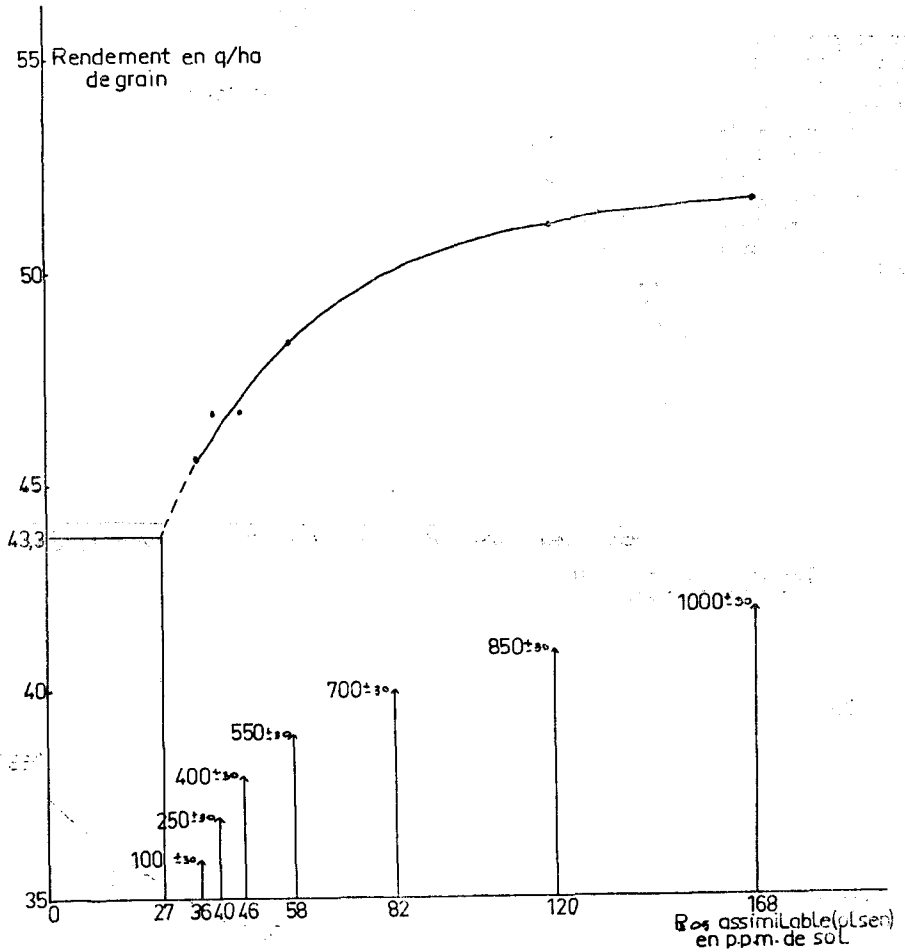


Graphique
tion de
cem (tirs
Courbe de
nements en
de la rici
sol en aci
phorique
ble.
± 40 kg
= dose
apportée
mure d'
(120 kg)
tité de P
levée par
terave (±

Graphique 5 : Station de Fès. Courbe des rendements en fonction de doses croissantes de P_2O_5 apportées. $60 - x$ = dose de P_2O_5 d'entretien - quantité de P_2O_5 prélevée par le blé.



Graphique 6 : Station de Souihla. Courbe d'enrichissement du siérozem P_2O_5 assimilable en fonction de doses croissantes de doses croissantes de P_2O_5 apportées. $80 - x$ = dose de P_2O_5 d'entretien --- quantité de P_2O_5 prélevée.



Graphique 7: Station de Souihla. Courbe de rendements en fonction de la richesse du sol, en acide phosphorique assimilable. ± 30 kgs = dose de P_2O_5 apportée en fumure d'entretien (80 kg) - quantité de P_2O_5 prélevée par le blé (50 kg).