

## **Fertilisation phosphatée des légumineuses alimentaires : dose et méthodes d'application du phosphore**

L. Amnay<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département du milieu physique, Inra.

### **Résumé**

La fertilisation phosphatée contribue d'une façon importante dans l'augmentation des niveaux de rendement des légumineuses alimentaires.

L'objet de cette revue bibliographique est de dégager :

- d'une part les seuils critiques au delà desquels les légumineuses alimentaires ne répondent pas à l'apport du phosphore.
- d'autre part voir l'impact de deux modes d'épandage (en bande et à la volée) sur le rendement de la culture.

Les seuils critiques au delà desquels les légumineuses alimentaires ne répondent pas à l'apport du phosphore sont de 5,5 ppm pour le pois-chiche, 7 ppm pour la fève et 7 à 8 ppm pour la lentille. Par ailleurs, en situation de sols carencés en phosphore, l'épandage en bande permet de réaliser des gains en rendement importants et surtout une économie considérable de l'élément fertilisant, phosphore, pouvant aller de 2 à 3 fois par rapport à l'épandage à la volée.

**Mots-clés** : Phosphore, bande, à la volée

### **Abstract**

#### **Phosphorus fertilization of food legumes : rate and methods of applying phosphorus**

The phosphorus fertilizer contributes in such a way as to increase yield of food legumes.

The objective of this review is to highlight. The critical threshold of no response for food legumes to compare two methods of applying phosphorus : broadcast versus banded method. The critical threshold beyond which there is no response to phosphorus fertilizer for food legumes are : 5,5 ppm for chickpea, 7 ppm for faba bean and 7 to 8 ppm for lentil. Furthermore, in case of deficient phosphorus soils, the yields obtained with banded method are higher than those obtained with broadcasting. On the other hand and for the same yield, the banded method allows a fertilizer economy up to 2 or 3 times compared with broadcast method.

**Key words** : Phosphorus, banded, broadcast

## ملخص

### التسميد الفوسفوري للبقوليات الغذائية : المعايير و طريقة نشر السماد الفوسفوري

ل. أمناي

المعهد الوطني للبحث الزراعي، ص.ب. 415، الرباط، المغرب

يساهم التسميد الفوسفوري بقسط وافر في الرفع من إنتاج البقوليات الغذائية. الهدف من هذه الدراسة المرجعية هو : 1- تحديد المعايير بالنسبة للتسميد الفوسفوري، و 2- مقارنة بين طريقة النشر الغطائي قبل البذر والنشر الموضعي في الخطوط المزروعة لإختيار أحسن طريقة. أثبتت البحوث بالنسبة للبقوليات المعايير التالية : - الحمص : 5,5 وحدة في المليون، - الفول : 7 وحدة في المليون و - العدس : 7 إلى 8 وحدة في المليون. كلما أثبتت تحليلات التربة قبل البذر وجود كمية من الفوسفور تفوق المعايير المشار إليها أعلاه وجب الإستغناء عن التسميد و العكس صحيح. كما أثبتت هذه البحوث بأن الإنتاج المحصل عليه بطريقة النشر الموضعي يمكننا من توفير كمية مهمة من السماد الفوسفوري والحصول على مردودية أفضل بالمقارنة مع الطريقة التقليدية، أي النشر الغطائي قبل البذر.

**الكلمات المفتاحية :** الفوسفور، النشر الموضعي، النشر الغطائي

## Introduction

Les légumineuses alimentaires occupent une place de choix dans l'agriculture marocaine à en juger par leur superficie dépassant 500.000 ha (Dahan 1987). Elles sont considérées par les agriculteurs comme des cultures enrichissantes par leur apport d'azote symbiotique et nettoyantes par le désherbage et binage qui leurs sont appliqués tout au long de leur cycle. Cependant le rendement moyen à l'échelle nationale reste faible et ne dépasse guère 10 qx/ha (Dahan 1987). Cette faiblesse dans la production est liée à plusieurs facteurs parmi lesquels on peut citer :

La non-maîtrise des techniques culturales par les agriculteurs : fertilisation, date et densité de semis, désherbage etc...

La sensibilité aux maladies.

Le potentiel très faible des variétés.

Pour les deux dernières composantes (potentiel très bas des variétés et sensibilités aux maladies) ainsi que pour la densité de semis, l'Inra a élaboré un programme de recherche conduit dans le domaine expérimental de Douyat et qui vise la création de variétés tolérantes aux maladies et à haut potentiel productif ainsi que le choix d'une densité de semis optimale.

Quant à la fertilisation, peu de travaux ont été effectués sur les légumineuses alimentaires. Dans les régions arides et semi-arides, à agriculture pluviale, les rendements des légumineuses alimentaires sont généralement faibles. D'après Badraoui, (1988) et Aït Houssa, (1989), les sols de ces régions sont relativement bien pourvus en potassium et donc cet élément ne serait pas un facteur limitant du rendement.

Pour le phosphore, peu de travaux ont été réalisés sur les légumineuses alimentaires.

Par la présente étude on vise à mettre l'accent sur les différents travaux conduits à l'échelle nationale et internationale sur la fertilisation phosphatée des légumineuses alimentaires. En cas d'absence d'étude sur tel ou tel aspect de la fertilisation phosphatée des légumineuses alimentaires, les céréales seront pris comme exemple d'illustration.

## **Effet des doses et méthodes d'application du phosphore sur le rendement des légumineuses alimentaires**

### *Rappel du rôle du phosphore dans la plante*

Le phosphore est un constituant essentiel des végétaux dont la teneur moyenne en  $P_2O_5$  est de l'ordre de 0,5 à 1 % de la matière sèche. Il intervient dans la plupart des activités biochimiques complexes à l'intérieur de la plante qui sont la base même de la vie : respiration, synthèse et dégradation des glucides, synthèse des protéines, activités diastasiques etc... Les ions phosphoriques sont capables de recevoir l'énergie lumineuse captée par la chlorophylle et de la transporter à travers la plante. Cette énergie est utilisée pour réduire le complexe nicotineamide (Nadp) et de synthétiser l'Atp (Ozanne 1980). Outre ces rôles, le phosphore favorise les phases de végétation dont dépendent les rendements : fécondation, maturité et migration des réserves.

La carence en phosphore réduit le nombre et la taille des graines ainsi que leur viabilité ( Gros 1977).

### *Effet de la fertilisation phosphatée sur la fixation symbiotique de l'azote*

Les travaux menés sous serre sur un sol argilo-sableux sur pois-chiche ont montré que le nombre de nodules et leur teneur en hémoglobine augmentent parallèlement avec l'accroissement des doses de phosphore jusqu'à 50 ppm et diminuent au delà de cette valeur (Shakla et Yadav 1982 ). Selon Pandey et Mcintosh (1990), l'apport de phosphore augmente la quantité d'azote fixée par les nodules et sa concentration dans la plante. Andrews et Robins (1969b) cité par Ozanne (1980), ont trouvé une corrélation positive entre la concentration d'azote et celle du phosphore dans la plante chez neuf espèces tropicales des légumineuses alimentaires. De même que, l'apport du phosphore favorise l'activité de la nitrogénase et augmente le nombre de nodules fixatrices d'azote (Sekhon *et al.* 1986).

## Méthode d'application, doses et seuils critiques de fertilisation phosphatée

### *Doses et seuils critiques de fertilisation*

Les travaux menés par Verma *et al.* (1988) sur un sol à pH = 8,1 et ayant un niveau de fertilité de 4,16 ppm de phosphore assimilable, ont montré que l'apport du phosphore augmente le nombre de gousses et le rendement grain. Selon les mêmes auteurs, le rendement optimal est obtenu avec la dose de 60 kg/ha. Pour la fève (*Vicia faba*.L) le rendement grain est obtenu avec la dose de 46 kg/ha (Abo-Sheetaa 1990).

Par ailleurs, en Syrie, l'étude des relations entre le niveau de phosphore disponible dans le sol (déterminé selon la méthode Olsen) et la réponse des légumineuses alimentaires à cet élément a montré que les seuils critiques au delà desquels les légumineuses ne répondent pas à l'apport de phosphore sont de : 6 ppm pour le pois-chiche, 7 ppm pour la fève et 7 à 8 ppm pour la lentille (Matar *et al.* 1988). Selon Azad *et al.* (1991), le rendement grain de la lentille (variété L<sub>9-12</sub>) augmente proportionnellement avec l'accroissement des doses d'apport de phosphore (fig 1). Cette augmentation varie en fonction du niveau de fertilité du site de l'essai. Les pentes des droites de régression diminuent en passant d'un sol faiblement pourvu ( $P_2O_5=10$  kg/ha) à un sol moyennement ( $P_2O_5 = 14$ kg/ha) à fortement pourvu ( $P_2O_5 = 20$  kg/ ha) en phosphore assimilable. Le rendement maximum est obtenu avec la dose de 60 kg/ha.

### *Etude de l'effet comparé de deux méthodes d'application du phosphore*

L'efficacité de la méthode d'application du phosphore varie en fonction du niveau de fertilité du sol en phosphore. Les sols à faible niveau de fertilité en phosphore assimilable : 4 à 5 ppm peuvent présenter un ratio épandage à la volée/épandage en bande qui tend à être égal à 4, alors que pour des niveaux de fertilité avoisinant 20 ppm, ce ratio tend à être égal à 1 (fig 2) (Peterson *et al.* 1981).

Selon Peterson *et al.* (1981) sur blé, le ratio épandage à la volée/épandage en bande est fonction du niveau de fertilité du sol en phosphore assimilable et peut être exprimé comme suit :  $y = 22,78 X^{-1,054}$  / où y = ratio entre épandage à la volée/épandage en bande x = niveau de fertilité du sol.

Selon Abdelmonem *et al.* (1987), les travaux menés sur blé et sur trois sites différents n'ont pas montré de différences significatives entre l'épandage du phosphore en bande et celui à la volée. Ceci s'explique par le fait que les sites étudiés avaient un niveau en phosphore assimilable de l'ordre de 13 ppm.

Les travaux menés par Welch *et al.* (1966) visant à comparer deux méthodes d'épandage du phosphore (à la volée et en bande) en faisant varier le type de sol ont montré que pour le sol de type "Zanezville" (sol limoneux à pH=5,8 faiblement pourvu en phosphore assimilable), le niveau de rendement optimum est obtenu avec un apport de 143 kg/ha de phosphore. Pour l'épandage en bande, ce même niveau de rendement est obtenu par apport de 50 % de cette même dose à la volée. Pour le type de sol "Elliott" (sol limoneux, pH=6,0 moyennement pourvu en phosphore assimilable). Les niveaux de rendement obtenus par épandage du phosphore en bande restent nettement supérieurs par rapport à ceux

obtenus par épandage à la volée. Pour le troisième type de sol "Muscatine" (sol limoneux, pH=6,5 riche en phosphore assimilable), les niveaux de rendement obtenus par épandage en bande ou à la volée sont pratiquement identiques. Cette dernière situation représente celle où le sol n'est pas tout à fait carencé en phosphore et où le phosphore apporté sert comme fumure d'entretien.

L'avantage de l'épandage en bande par rapport à l'épandage à la volée ne disparaît complètement qu'une fois le statut de fertilité du sol est élevé. Selon Barber et Kovar cité par Rohul *et al.* (1992), la nette supériorité de l'épandage en bande par rapport à la volée s'explique par le fait que la fixation du phosphore dans le cas de l'épandage à la volée rend la majeure partie du phosphore inaccessible à la plante. Howler et Leon (1977) cité par Pandey et Macintosh (1990), ont conduit des expérimentations sur un sol "Typic dystrandep soil" en Colombie en faisant varier les doses, formes et modes d'application du phosphore et ont montré que le rendement correspondant à l'épandage en bande et sous forme de super-triple est nettement supérieur par rapport à celui obtenu par sa simple application à la volée : pour un même niveau de rendement, l'épandage à la volée nécessite une quantité deux fois plus grande que celle apportée en bande. Pour le pois chiche, les niveaux de rendement obtenus par épandage du phosphore en bande et à la volée sont respectivement de 17,79 qx/ha et 6,97 qx/ha (Singh et Singh 1986).

## Conclusion et perspectives de recherche

Le secteur des légumineuses alimentaires reste encore un domaine peu exploité en matière de recherche à l'Inra. L'un des facteurs limitant les rendements étant le manque d'informations sur la dose et la méthode d'application des éléments fertilisants essentiellement ceux doués d'une très faible mobilité tel que le phosphore. Des efforts concentrés sont nécessaires pour améliorer l'efficacité d'utilisation de cet élément. Le phosphore est connu de par ses rôles multiples dont les principaux sont sa participation dans la formation de l'ATP, favorise la croissance des racines, améliore l'activité symbiotique de fixation de l'azote atmosphérique par les légumineuses alimentaires. Les différents travaux ont montré que les seuils critiques au delà desquels il n'y a pas de réponse à l'apport du phosphore sont de 5,5 ppm à 7 ppm pour le pois-chiche, 7 ppm pour la fève et 7 à 8 ppm pour la lentille.

En situation de sols carencés en phosphore (valeurs inférieures à ces seuils critiques), ce problème se dédouble d'un autre problème à savoir le mode d'épandage : les niveaux de rendement obtenus par application du phosphore en bande sont nettement supérieurs à ceux obtenus par sa simple application à la volée. Le ratio épandage à la volée/épandage en bande peut atteindre des valeurs de l'ordre de 3 à 4. Par conséquent, l'application du phosphore en bande permet d'éviter un gaspillage important de l'élément phosphore.

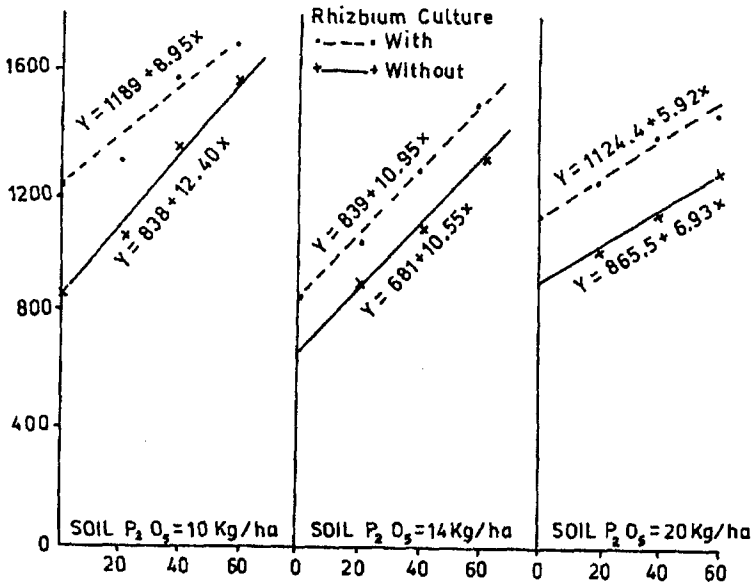


Figure 1. Le rendement grain de la lentille en fonction du statut de fertilité du sol en phosphore. Azad *et al.* (1991)

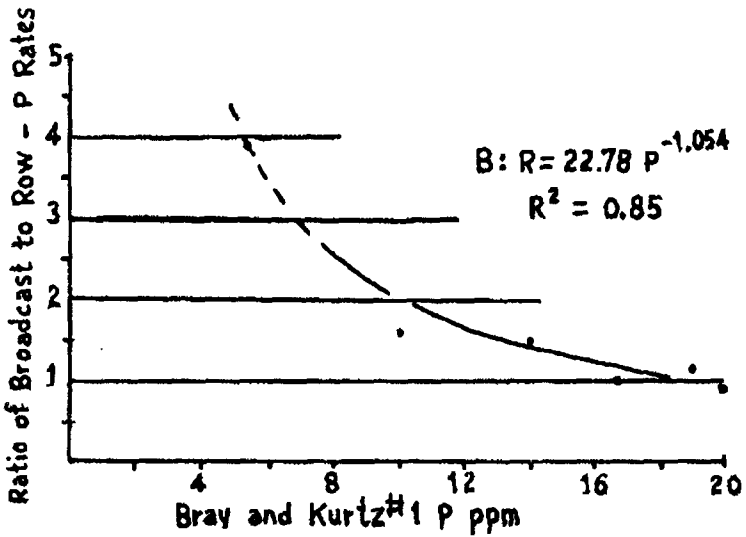


Figure 2. Relationship of soil test P level and the ration of broadcast and row P fertilizer rates required to obtain an equal grain response Peterson *et al.* sur blé, 1981

## Références bibliographiques

- Abdelmonem M., Azzaoui A. and El Gharouss M. (1988). Fertilizer placement for dryland wheat in central Morocco.
- Ryan J. and Matar A. Soil test calibration in West asia and North africa. Proceedings of the third regional workshop. Amman, Jordan 3-9 september, 1988. p : 149
- Abo-Sheetaa A.M.A. (1990). Annals of agriculture science-volume 35 (1). pp : 187- 204.
- Aït Houssa M. (1988). Etude du potassium dans divers types de sol des systèmes de culture au Maroc. Doctorat es-sciences agronomiques. Iav Hassan II. Rabat. Maroc.
- Azad A.S., Gilland A.S. and Dhaliwai H.S. (1991). Response of phosphorus and rhizobium on grain yield of lentil. Lens Newsletter. pp : 14-19.
- Badraoui M. (1988). Mineralogy and potassium availability in soils from the Chaouia and Gharb regions of northwestern, Morocco. Doctorat es-sciences agronomiques. Iav Hassan II. Rabat-Maroc.
- Dahane (1987). Séminaire sur les légumineuses alimentaires, Settat 7, 8 et 9 avril, Document ronéoté - (Inra - Maroc).
- Gros A. (1977). L'acide phosphorique, les engrais phosphatés. Guide pratique de la fertilisation.
- Matar A.E., Saxena M. and Silim S.N. (1988). Soil test calibration in West asia and North africa. Proceedings of the second regional workshop. International center for agriculture research in the dry areas, pp : 94-102.
- Ozanne P.G. (1980). Phosphate nutrition of plants. A general treatise in the role of phosphorus in agriculture ASA. CSSA. SSSA. Editorial comitee : Khasawen Sample. EC and Kamprath, EJ, pp : 559-589.
- Pandey R.K and McIntosh J.L. (1990). Phosphorus requirements and management of grain legumes in phosphorus requirements for sustainable agriculture in Asia and oceanic. International rice institute, pp : 361-370.
- Peterson G.A., Sander D.M., Groubski P.H. and Looker M.L. (1981). A new look at row and broadcast phosphate recommandations for winter wheat. *Agro. Journal.* 73, pp : 13-17.
- Rohul A., Zaidi A.M. and Akhtar M.E. (1992) Response to different rates methods of phosphorus application in rainfed areas of Pakistan in fertilizer use efficiency under rainfed agriculture in West asia and North africa. Proceedings of the fourth regional workshop 5-10 may 1991. Agadir, Morocco.
- Ryan J. and Matar A. (ed). Icarda. Aleppo, Syria, pp : 51-75.
- Sekhon M.S., Dhingras K.K., Sandhu P.S and Hanclair S.C. (1986). Effect of time of sowing, phosphorus and herbicides on the response to rhizobium inoculation. Newsletter. Volume 13 (1).

Shakla V. and Yadav O.P. (1986). Improving productivity in rainfed areas through balanced fertilisation in proceedings of fertilizer association of India seminar. Institut mondial of phosphate. New delhi, pp : 443-456.

Singh M. and Singh J.S. (1986). Improving productivity in rainfed areas through balanced fertilisation in proceedings of fertilizer association of India seminar. Institut mondial of phosphate. New delhi, pp : 443-456.

Verma L., Ram P.C. and Mawreja B.R. (1988). Response of chickpea to phosphorus and molybdenum. International chickpea. Icrisat n° 18 pp : 31-33.

Welch L.F., Mulvaney D.L., McKibben L.V.G.E. and Pendleton J.W. (1966). Relative efficiency of broadcast versus banded phosphorus for corn. *Agro. jour.* volume 58. may. june, pp : 283-286.