

**ETUDE DE LA FERTILISATION AZOTEE ET PHOSPHATEE  
DU BLE DUR EN CONDITIONS DE DEFICIT HYDRIQUE**

Par D. B E L A I D \*

**I.N.E.S. AGRONOMIQUE  
BATNA - A L G E R I E**

**R E S U M E**

Le déficit hydrique constitue le facteur principal limitant les rendements céréaliers en zone semi-aride à sol riche en calcaire. La détermination des doses d'azote et de phosphore doit tenir compte des conditions spécifiques de ces zones.

Afin de déterminer ces doses, des essais ont été menés durant 3 ans avec une variété de blé dur (HEDBA 3). Les doses utilisées sont 30-60 et 90 unités d'azote, 0, 46 et 92 unités de super-phosphate 46%.

La combinaison des doses 92 unités de P 205 et 60 unités d'ammonitrates (33%) permet d'atteindre 11,60 q/ha en année humide, contre 4,85 q/ha en année sèche. L'azote augmente le nombre de grains au m<sup>2</sup> mais entraîne une forte chute du poids de 1000 grains qui est cependant freinée par l'apport de phosphate. Le phosphore du sol est déterminé par la méthode JORET-HEBERT, il passe de 144 ppm en décembre à 27 ppm en avril. Du fait du déficit hydrique, le coefficient d'utilisation apparent de l'azote est de 20%.

**Mots clés:** Blé dur, déficit hydrique, azote, phosphore, composante du rendement.

---

\* Maître Assistant Institut National d'Enseignement  
supérieur agronomique

## ملخص

ان نقص الامطار في المناطق النصف جافة هو العامل الاساسي في انخفاض مردود القمح، كما ان تحديد كمية الازوت والفصفاط تتطلب الاخذ بعين الاعتبار الظروف الخاصة بكل منطقة، وللمعرفة هذه الكمية، اجريت بحوث و تجارب لعدة ثلات سنوات باستخدام صنف من القمح الملب (هدبة 3).

الكمية المستعمطة هي: 0 . 30 . 60 . و 90 وحدة ازوتية و 0 . 46 . و 92 من الفوصفات الممتازة 46 %.

تدبير كميات 92 وحدة فوسفاتية و 60 وحدة ازوتية سمحت للحصول على 1160 قنطار / هكتار في السنة ذو الرطوبة العالية بالنسبة الى 4,85 قنطار / هكتار في السنة ذو الامطار القليلة

الازوت يادي الى رفع مردود الحبوب في المتر المربع لكن تادي الى نقص وزن 1000 حبة وهذا النقص انعدم نتيجة استعمال الفوصفات

فوصفات الارض كان محدد مع منهج " جوي ايسار" من 144 ( P.P.M. ) في شهر ديسمبر و ينخفض هذا المعدل الى 27 ( P.P.M ) في شهر افريل بسبب نقص المياه معامل استعمال الازوت لا يتجاوز اكثر من 20 %.

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

Il existe dans le Nord-Est de l'Algérie des sols riches en calcaire. Dans ce type de sol, la fertilisation phosphatée présente certaines particularités liées au devenir du phosphore dans le sol et à la réponse des cultures.

Par ailleurs, la présence d'un déficit hydrique saisonnier nécessite l'ajustement des doses d'azote par rapport au niveau d'alimentation en eau des cultures.

Pour les deux éléments fertilisants considérés, il est intéressant de connaître le niveau des apports à effectuer. Aussi, des essais ont été mis en place dans la zone de

Batna en collaboration avec l'I.N.A. d'El-Harrach. Ces essais répétés durant 3 ans ont pour but de connaître:

- le devenir de l'engrais phosphaté dans le sol par la détermination de sa cinétique d'incubation;
- la fourniture d'azote par le sol et les quantités d'éléments fertilisants à apporter annuellement;
- la réponse du blé dur à ces engrais dans une situation marquée par un déficit hydrique.

## 1. CONDITIONS EXPERIMENTALES

### **- Milieu naturel:**

Les essais ont été implantés au niveau d'agriculteurs de la zone de Aïn-Assafer et concernent la partie Nord des Aurès. La région d'étude est caractérisée par des sols calci-magnésiques bruns reposant sur croûte calcaire originaire du quaternaire ancien.

La région d'études est caractérisée par un climat semi-aride frais. La hauteur moyenne des précipitations annuelles est de 312mm; tandis que la moyenne des températures maximales moyennes au sol de septembre à juin est de 25,6°C.

### **- Protocole expérimental et caractère des sols:**

Les essais ont été installés en 1983, selon un dispositif de blocs à 4 répétitions. La première année l'essai comportait différents niveaux d'azote (N0, N1 = 33, N2 = 66, N3 = 99 et N4 = 122 unités/ha d'ammonitrate). Les 2 années suivantes, un deuxième facteur a été introduit dans l'essai. Celui-ci a été mené en parcelles subdivisées. En effet, il a été combiné aux doses d'azote, les doses d'engrais phosphaté suivantes (P0, P1 = 46 et P = 92 unités de super-phosphate/ha).

Les sols des parcelles d'essais reposent sur des croûtes calcaires des textures argilo-limoneuses.

Les teneurs en argile sont en moyenne de 25%. La réaction des sols est basique (pH = 8,3).

Les analyses concernant l'azote et le phosphore du sol sont respectivement réalisées selon la méthode de KJELDAHL et JORET-HEBERT.

## **2. EVOLUTION DE LA TENEUR ANALYTIQUE EN ACIDE PHOSPHORIQUE ET AZOTE DES SOLS**

### **- Sols des témoins sans apports de phosphore:**

Analysé au moment de l'épandage de superphosphate sur les parcelles voisines, le taux de phosphore du sol est de 70 ppm en moyenne. Ce taux diminue nettement (Fig. 1) avant même l'installation de la culture et atteint à la maturité des valeurs faibles (10 à 20 ppm).

Le taux relativement élevé de phosphore du sol en début de campagne pourrait s'expliquer par la minéralisation des chaumes de céréales et surtout des déjections d'ovins.

### **- Sols des témoins sans azote:**

En 1985, à la montaison, l'azote total des parcelles témoin est de 131 kg/ha, cela est dû au printemps pluvieux (79mm) qui aura favorisé la minéralisation de l'azote organique du sol. A la maturation, cette moyenne n'est plus que de 66 kg/ha.

L'année suivante, à la même période du cycle végétal de la céréale, l'azote total est de 85 kg/ha ce qui indique une moins bonne activité minéralisatrice du sol. Or, en 1986, l'année aura été marquée par une très faible pluviométrie printanière.

### **- Sols avec apports de superphosphate:**

Au début du mois de décembre 1984, le taux de phosphore est de 126 ppm. Un mois après, ce taux est de 75 ppm. Il y a donc une diminution rapide du taux de phosphore du sol. Le même type d'analyse en 1986 menée depuis

la date d'épandage de l'engrais jusqu'à la récolte a permis de confirmer cette diminution. Le taux de phosphore du sol passe en effet de 144 ppm après l'épandage à moins de 20 ppm à la récolte. Au début de mars, lors du départ en végétation de la culture, ce taux était déjà inférieur de 50% par rapport au taux initial. La dose de 92 unités de superphosphate permet aux parcelles ainsi fertilisées d'avoir un taux plus élevé que les autres parcelles. Cependant, la courbe de l'évolution du phosphore du sol garde la même allure quel que soit le traitement observé.

Les observations réalisées en 1985 et 1986 montrent que le taux de phosphore du sol diminue rapidement (Fig. 1). Ces résultats confirment les observations réalisées par SQUALI et NADIR (1983) ainsi que DEZIRI (1986). Celle-ci font apparaître une diminution du taux de phosphore assimilable dès les premiers 15 jours qui suivent l'épandage. Par ailleurs, BALLIF et DUTIL (1978) observent sur 8 ans une diminution annuelle du taux de phosphore du sol de 65% des apports sous forme de superphosphate.

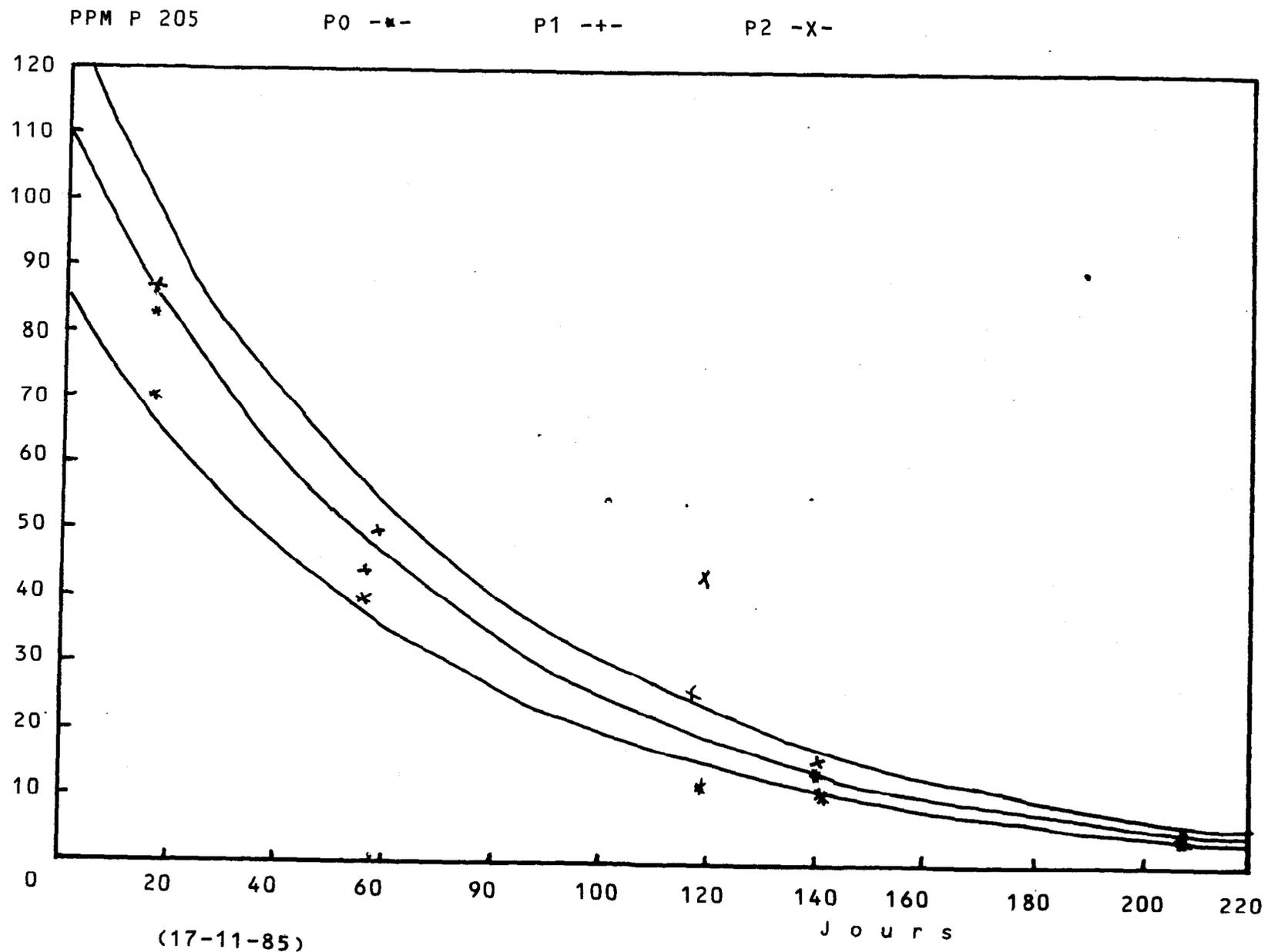
Il est ainsi possible d'estimer le pouvoir fixateur du sol. Celui-ci aura été de 144 ppm (taux de phosphore du sol en début de culture), moins 25 ppm (exportations totales de phosphore par la plante) soient 119 ppm en 1986. Une telle situation a d'importantes conséquences au niveau de la plante. D'autant plus que les faibles températures du mois de janvier et février auront retardé l'absorption du phosphore par la plante (GACHON, 1968).

Ces difficultés d'utilisation du phosphore auront été aggravées par le déficit hydrique. En 1985, le coefficient d'utilisation apparent de l'engrais phosphaté aura été de 20%, ce qui rejoint les observations d'ADMONT et al., (1986) quant au niveau d'absorption des engrais phosphatés solubles lors de l'année d'application. Cependant, en 1986 (année au déficit hydrique marqué) le C.U.A. de l'engrais phosphaté n'aura été que de 9 %.

#### **- Sols avec apports d'azote:**

En année sèche le coefficient d'utilisation apparent de l'engrais azoté est faible: 15% contre 28% en année relativement humide. Dans des conditions moindres

Fig. 1: EVOLUTION DU TAUX DE PHOSPHORE ASSIMILABLE DU SOL APRES  
EPENDAGE DU PHOSPHORE



de déficit hydrique, cas du Haut-Chélif, MEKLIICHE (1983) observe des valeurs moyennes de 51%. Les valeurs extrêmes de ce paramètre sont de l'ordre de 84% (REMY, HEBERT, 1977).

Selon le niveau du déficit hydrique, apparaissent de fortes différences d'utilisation de l'engrais azoté. Celles-ci peuvent être de 7,5%. Le facteur eau aura donc conditionné l'utilisation de l'azote par la plante. En plus de cette variabilité inter-annuelle, il faut également tenir compte de la méthode d'estimation de ce paramètre. Celle-ci ne prend pas en considération le fait que l'augmentation des apports azotés se traduit par une baisse de l'azote minéralisé (HEBERT, 1969).

### 3. REPONSES DU BLE DUR AUX APPORTS D'ENGRAIS

Afin d'apprécier la réponse du blé dur aux différents apports d'engrais, il s'agit de prendre en considération l'extrême variabilité du climat local marqué par des différences considérables du niveau pluviométrique durant certaines périodes critiques du cycle végétatif de la plante.

#### **- Réponses aux apports d'ammonitrates:**

Le nombre de talles formés augmente avec les apports d'azote et de meilleures disponibilités en eau. Cependant, on assiste à des phénomènes de régression des talles d'autant plus importants que le niveau de fertilisation azoté est élevé. Il semble que les difficultés d'alimentation hydrique ainsi apparues aient été la cause de cette régression. C'est le cas en particulier, pour les jeunes talles. En effet, le stade 3 feuilles des talles est particulièrement critique (MASLE-MEYNARD, 1980).

Le tallage n'étant pas à favoriser en zone de déficit hydrique (GRIGNAC, 1981), les apports d'azote mériteraient d'être plus tardifs (fin tallage).

Le nombre de grains par unité de surface a eu tendance à augmenter avec les apports d'azote, bien qu'avec des niveaux variables en fonction du déficit hydrique:

4200 grains en 1984 contre 10600 grains/m<sup>2</sup> en 1985 pour 90 unités d'azote. Cette augmentation est due à une meilleure fertilité de l'épi. On compte 27 grains/épi à la dose 90 unités d'azote en 1985 contre à peine 12 grains/épi à la même dose en 1984. L'observation du nombre d'épillets par épi est révélatrice dans la mesure où il apparaît qu'en situation de déficit hydrique prononcé l'azote aura entraîné une plus grande stérilité de l'épi alors qu'en situation de déficit hydrique moins prononcé, l'azote aura contribué significativement à la baisse de stérilité de l'épi. Le nombre d'épillets est en effet réduit lors de stress hydrique (GRIGNAC, 1981). L'azote par son effet sur la production de matière sèche aura contribué à augmenter la transpiration au niveau de la plante. De tels phénomènes (avortement des 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> fleurs des épillets) se produisent à des températures supérieures à 25°C et pour des ETP supérieures à 5 mm/jour.

Par ailleurs, quelque soit le niveau du déficit hydrique, l'azote aura été déterminant dans la chute du poids de 1000 grains. Chaque gramme en plus ainsi gagné au niveau du poids de 1000 grains apporte de 0,25 à 0,50 q/ha. Dans des conditions meilleures d'alimentation hydrique les gains de rendement grâce à un meilleur poids du grain peut être de 2,15 q/ha (TRIBOI, 1982).

En année sèche, les quantités d'azote exportées pour l'élaboration d'un quintal de grain ont été supérieures à 6 kg/ha: 6,3. Dans des conditions exemptes de déficit hydrique, les valeurs moyennes sont de 3,5 kg/q de grain (GRIGNAC, 1964). Le dépassement de cette norme indique un cas manifeste d'échaudage (VIAUX, 1980). Durant la phase de remplissage du grain, le déficit hydrique aura entraîné un ralentissement du métabolisme glucidique: le taux en azote du grain est alors plus élevé (TRIBOI et al., 1985). Le fort rapport azote du grain sur azote des parties aériennes; 0,84% en moyenne des essais, illustre encore une fois les difficultés qu'aura rencontré la plante afin de valoriser l'azote absorbé. La migration des assimilats vers les grains aura été particulièrement laborieuse.

#### **- Réponse du blé dur aux apports de superphosphate:**

L'effet le plus net du phosphore se manifeste au niveau de la stérilité des épillets. Celle-ci passe de 3,34 à 2,41 suite à un apport de 92 unité de superphosphate.

Quant au poids de 1000 grains, il passe de 39 à 44 grammes dans le même intervalle expérimental. Cet effet bénéfique du phosphore sur la stérilité de l'épi et le poids de 1000 grains voit cependant son effet réduit avec les apports croissants d'azote (Fig. 2).

Etant donné l'effet du potassium sur le poids de 1000 grains (HAEDLER, 1980), on peut se demander quel pourrait être l'effet d'une fertilisation potassique adéquate, d'autant plus qu'en sol calcaire, le potassium assimilable du sol est trop souvent surestimé (DIEZ, 1979), (DAOUD, DOGAR, 1985).

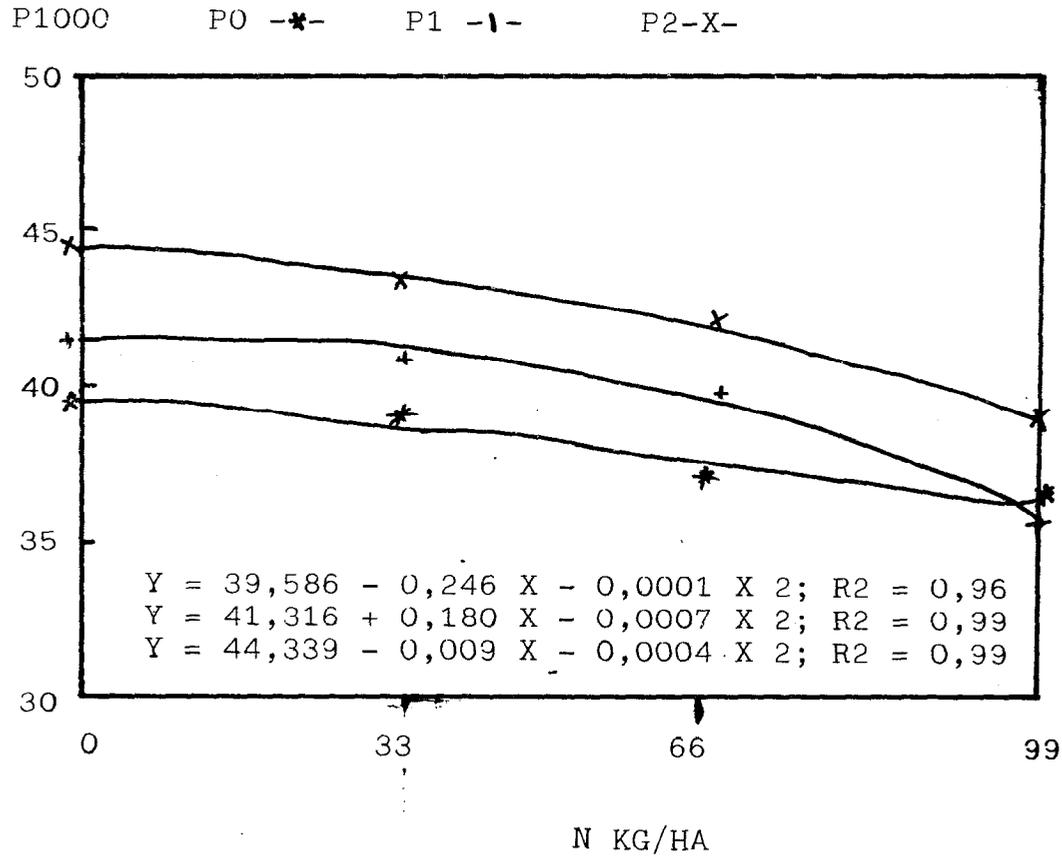
## C O N C L U S I O N

Il apparait que le niveau du déficit hydrique aura déterminé l'utilisation de l'azote et du phosphore par la plante. Si l'azote aura permis, en année relativement humide, la formation d'un nombre élevé de grains/m<sup>2</sup> grâce notamment à une réduction du nombre d'épillets stériles par épi, les conditions climatiques de fin de cycle n'auront pas permis la réalisation entière de ce potentiel de production.

En année à déficit hydrique prononcé, la fertilisation azotée vient pénaliser, dans les conditions actuelles des itinéraires techniques pratiqués, la culture. Il est à remarquer que 76% du rendement des parcelles recevant les doses maximales d'azote est atteint en 1985 par le rendement des parcelles témoins. Etant donné les faibles potentialités du milieu, on peut penser à des apports de 30 unités d'azote, le reste des besoins pouvant être couvert par la minéralisation de l'azote organique du sol. Celà, à condition d'assurer un bilan humique positif.

Les apports de superphosphate auront tempéré certains effets négatifs du déficit hydrique sur la plante. Ainsi, la migration des assimilats vers les grains et la fertilité de l'épi s'en trouvent améliorés.

Fig. 2 : Poids de 1000Grains selon les apports d'azote et de phosphore



La forte insolubilisation du superphosphate dans le type de sol étudié montre la nécessité d'arriver à rapprocher les apports de phosphate, dans le temps et l'espace, des plus forts besoins en cet élément de la plante.

Par ailleurs, toute stratégie d'intensification de la culture du blé dur dans de telles zones semi-aride mériterait de veiller à limiter les besoins en eau de la plante. Cela, en visant une production de grains plus par l'intermédiaire d'épis aux épillets nombreux que par un nombre élevé d'épis par plante. Dans cette optique, l'azote mérite d'être accompagné par le phosphore qui possède l'avantage de favoriser la fertilité des épis et le poids des grains. Cependant, l'amélioration de la valorisation de l'azote par la plante mérite d'être entreprise, cela par une utilisation plus efficace des précipitations.

#### B I B L I O G R A P H I E

- ADMONT (R.H.); BONIFACE (R.); FARDEAU (J.C.); JAHIEL (M.); MOREL (Ch.).- Quelques observations sur les méthodes actuelles de dosage du phosphore assimilable des sols. Fertilisants et agriculture. 92. 1986. pp 39 - 53.
- BALLIF (J.L.); DUTIL (P.).- Fertilisation phosphatée et fertilisation phosphorique en sol argileux de Lorraine. C.R. Acad. Agric. de France, (64513). 1978. pp 1058 - 1066.
- DAOUD (Y.) ; DOGGAR (A.M.).- Le régime du potassium dans quelques types de sols du Hodna (Algérie). Revue de la potasse, 4 (85). 1985. pp 1 - 7.
- DEZIRI (S.).- Evolution des engrais phosphatés dans les sols calcaires. Cinétique d'insolubilisation suivant la teneur et la taille de la calcite. Thèse Ingéniorat. I.N.A. El-Harrach. 1986. 48 p.
- DIEZ (J.A.).- K dynamics in some Spanish Calcareous Soils. 14th Colloquium IPI. Sevilla. 1979. pp 173 - 180.

- GACHON (L.).- Le phosphore. BTI, 231. 1968. pp 579 - 586.
- GRIGNAC (P.).- Contribution à l'étude de *Triticum durum* Desf  
Thèse d'Etat Fac. Sc. Univ. Toulouse. 1964. 152 p.
- GRIGNAC (P.).- L'optimisation de la fumure azotée du blé  
d'hiver en zone méditerranéenne humide. "Devenir  
de l'azote dans la fertilisation azotée des blés  
d'hiver. Influence de l'alimentation hydrique.  
INRA-Agrimed. 1981 b. pp 85 - 100.
- HAEDLER (H.E.).- Effect of K nutrition on sink intensity  
and duration. 15th Colloquium. IPI Wageningen.  
1980. pp 185 - 194.
- HEBERT (J.).- La fumure azotée du blé tendre d'hiver. BTI,  
244. 1969. pp 755 - 766.
- MASLE-MEYNARD (J.).- L'élaboration du nombre d'épis chez le  
blé d'hiver: influence de différentes caractéristi-  
ques de la structure de peuplement sur l'utilisa-  
tion de l'azote et de la lumière. Thèse Docteur  
Ingénieur. Paris-Grignon. 1980. 247 p.
- MEKLIICHE (A.).- Contribution à l'établissement de la ferti-  
lisation azotée du blé d'hiver dans le Haut-Chélif.  
Thèse de Magister. I.N.A. El-Harrach. 1983. 81 p.
- REMY (J.C.); HEBERT (J.).- Le devenir des engrais azotés dans  
le sol. C.R. Acad. Agr. Fr., 11, 1977. pp 700-714.
- SQUALI (A.); NADIR (M.).- Nutrient dynamics in arid and semi-  
arid areas-phosphate. 17th. Colloquium. IPI. Mar-  
rakech. 1983. pp 141 - 151.
- TRIBOI (E.); GACHON .- Elaboration du rendement chez le blé  
d'hiver dans la plaine de la Limagne. Séminaire  
INRA-Agrimed. Bari. 1982. pp 197 - 213.
- TRIBOI (E.); BLANCHON (J.); MAGNE (J.).- Détermination du  
poids moyen du grain chez le blé. Effet sur la  
variation du rendement C.R.Acad.Agr.Fr.1985.pp871-886.
- VIAUX (Ph.).- Fumure azotée des céréales d'hiver. Perspectives  
agricoles, 43. 1980. pp 10 - 26.