

INFLUENCE DE LA FERTILISATION AZOTEE ET POTASSIQUE SUR LE COMPORTEMENT DU BLE EN ZONES SAHARIENNES

Haïlat M. T. (1) et Dogar M.A. (2)

(1) Institut d'Agronomie Saharienne, Centre universitaire de Ouargla

(2) Institut d'Agronomie, Université de Batna

Résumé : Ce travail étudie l'effet de l'apport des engrais azoté et potassique, ainsi que leur interaction sur les composantes de rendement du blé dur. Tous les paramètres de la fertilité sont améliorés, à l'exception du nombre d'épis par mètre carré qui n'était pas influencé par l'accroissement des engrais potassiques.

L'expérimentation menée confirme que le nombre et le poids de 1000 grains sont les composantes les plus déterminantes dans l'obtention des rendements. L'amélioration de ces deux composantes est soutenue par une fertilisation azotée et potassique adéquate . Le rendement en grains a présenté des différences significatives avec l'interaction NxK. . Le rendement maximal est de 59,10 Qx/ha obtenu avec le traitement N180K180. L'optimum d'azote et du potassium se situait vers 169 Kg N /ha et 151 Kg K₂O/ha .

Mots clés : Fertilisation, Azote, Potassium, Interaction, Sahara.

Role of the nitrogenous and potassic fertilization on wheat in saharian zone

Abstract : During the experimentation, it has been observed that the effect of the contribution of nitrogenous fertilizer and potassic, as well as their interaction on components of output is positive. All parameters of the fertility are improved, except for the number of cobs by square metre that was not influenced by the increase of fertilizer potassiques. The led experimentation confirms that the number and the weight of 1000 grains are components them most déterminantes in the obtaining of outputs. The improvement of these two components is sustained by a nitrogenous fertilization and potassique adequate . The output in grains has presented significant differences with the interaction NxK. This comes from the improvement of the fertility of the plant. The maximal output is 59,10 Qx/ha obtained with the processing N180K180. The optimum of nitrogen and the potassium situated to 169 Kg/ha N and 151 Kg/ha K₂O.

Key words : Fertilization, Nitrogen, Potassium, Interaction, Sahara.

INTRODUCTION

En sol saharien, généralement pauvre en éléments nutritifs, la fertilisation reste à l'heure actuelle le moyen le plus efficace pour l'obtention de rendements

acceptables. De ce fait, il est impératif de raisonner convenablement les apports d'engrais minéraux pour améliorer les rendements.

Plusieurs études ont montré qu'il existe une bonne corrélation de l'absorption de l'azote en fonction des doses croissantes de potassium (LOUE, 1982). En tenant compte de l'importance du phénomène de l'interaction entre l'azote et le potassium dans le développement des cultures, notre travail a été axé sur l'étude de la fertilisation azotée et potassique sur blé dur, pour déterminer la meilleure formule de cette interaction NxK dans une zone du Sahara Algérien. L'appréciation de cette formule a fait appel à une estimation des différentes composantes du rendement.

MATERIEL ET METHODES

L'essai a été mené dans l'exploitation de l'Institut d'Agronomie Saharienne de Ouargla. La zone est située à une altitude de 157m. Elle est caractérisée par un climat saharien à hiver doux, une saison très chaude et sèche, des écarts importants journaliers de températures, une intensité et une fréquence élevée des vents.

La pluviométrie étant très faible et insuffisante avec une moyenne de 42 mm/an, ce qui rend impossible toute pratique d'agriculture sans irrigation.

1. Le Sol

Ouargla est une région caractérisée par des sols légers, à prédominance sableuse avec une structure particulière. Ils sont caractérisés également par un faible taux de matière organique, un pH alcalin, une faible activité biologique et une forte salinité.

Etude et description du profil

Roche mère : sable

Géomorphologie : glacis

Pente < 1%

Drainage : bon

Aspect de surface : pas de charge en cailloux ni en graviers

Végétation : sol non cultivé avec quelques pieds de Tamarix

0 - 15 cm : frais 7,5 YR 7/6, texture sableuse, meuble, structure particulière, effervescence faible à l'HCl, activité biologique nulle, limite diffuse.

15 -30 cm : 7,5YR 6/6, texture sableuse, structure particulière, porosité bonne, effervescence à l'HCl faible, meuble, activité biologique nulle, plus humide que l'horizon 1, limite nette.

30 -80 cm : 5 YR 5/6, texture sableuse, présence de cristaux de gypse lamellaire, structure massive, effervescence faible à l'HCl, porosité moyenne, compacte, activité biologique nulle, humide, limite diffuse.

> 80 cm : 7,5 YR 6/6, texture sablo-limoneuse, structure massive, effervescence faible à l'HCl, porosité faible, compacte, activité biologique nulle, humide.

Tableau 1. Caractéristiques physiques et chimiques du sol

Paramètres	Profondeurs (cm)	
	0-30	30-60
Argile	2.6	3.7
Limons	27.7	36.9
Sables	69.8	59.5
pH	8.27	8.20
CE (mS/cm)	4.03	5
Calcaire total (%)	5.20	2.90
MO (%)	0.51	0.14
Azote Assimilable (ppm)	3.70	2
Azote Total (%)	0.015	0.005
C / N	19.70	14.29
P assimilable (ppm)	7.80	12.15
K total (%)	0.43	0.57
K soluble (mg/l)	5.30	6.28
Complexe adsorbant (méq/100 g sol)		
Na ⁺	1.02	1.28
K ⁺	0.11	0.12
Ca ⁺⁺	4.60	3.59
Mg ⁺⁺	0.31	0.41
CEC (méq/100g sol)	6.08	5.4

Ce sol est classé comme étant un sol peu évolué, le profil est de type AC, à structure dégradée, salin, a horizon superficiel friable. La texture du sol est sablo-limoneuse en surface à limono-sableuse de 30 à 60 cm (Tableau 1). Le taux d'argile étant très faible et il n'atteint pas 5 % dans l'ensemble.

L'analyse du potassium total révèle que le sol possède une réserve très faible en cet élément. La teneur est inférieure à 2 % . Le potassium assimilable a une teneur de 0,12 meq/100g sol. Selon les normes de DIEHL (1975), tous les échantillons présentent une faible teneur en potassium total.

2. Le dispositif expérimental

Le dispositif expérimental consiste en un essai en split-plot avec huit (08) traitements et cinq (05) répétitions. Les parcelles élémentaires ont une superficie de 40 m² chacune (08 m de long sur 05 m de large). Les parcelles principales sont consacrées aux doses d'azote, les sous-parcelles portent sur les doses de potassium.

La variété utilisée est "Aldura", c'est une variété de blé dur récemment introduite en Algérie.

Les traitements consistent en différentes doses d'engrais azotés (ammonitrates 33,5%) combinées à différentes doses d'engrais potassiques (sulfates de potassium 50 %). L'essai a porté sur l'étude de l'influence de l'azote et du potassium et leur interaction sur une culture du blé dur.

Les doses d'engrais appliquées sont les suivantes :

* Azote : deux doses d'azote sont utilisées

N1 = 90 unités d'azote/ha

N2 = 180 unités d'azote/ha

Cet azote est apporté fractionné avec 1/4 au tallage, 2/4 à la montaison (épi 1cm) et 1/4, 21 jours plus tard.

* Potassium : quatre doses sont utilisées

K0 = 0 unités K₂O/ha

K1 = 60 unités K₂O/ha

K2 = 120 unités K₂O/ha

K3 = 180 unités K₂O/ha

La combinaison des différentes doses d'azote et de potassium donne 08 traitements.

Le phosphore a été apporté sous forme de triple superphosphate (46%) sur toutes les parcelles à la constante de 300 Kg TSP/ha.

Le contrôle en cours de végétation a porté sur les composantes du rendement, nombre d'épis/m², nombre de grains/épi, poids de 1000 grains, rendement en grains et paille.

RESULTATS

Dans les expériences en plein champ, il est nécessaire d'étudier avec précision, les processus physiologiques du rendement en grains, en décomposant celui-ci selon ses principales composantes. Le rendement en grains est représenté par le nombre d'épis par unité de surface x nombre de grains par épi x poids d'un grain. L'étude de ces différentes composantes permet d'analyser la formation du rendement.

Le nombre de grains par mètre carré est le paramètre de rendement qui caractérise le mieux la réponse d'une culture de blé aux apports d'engrais azotés (COIC, 1950 ; BOIFFIN et al, 1981).

Le nombre de grains formé est déterminé pendant une longue période, et ce depuis l'initiation florale, et se poursuit pendant quelques jours après la floraison (MASLE-MEYNARD, 1980).

1. Nombre de grains par épi

Le nombre de grains par épi est influencé par la fertilisation azotée, ainsi que par l'interaction azote x potassium.

Ce nombre varie de façon hautement significative avec les doses d'azote, il passe de 32,93 à 40,50 grains par épi en moyenne quand la dose d'azote passe de 90 à 180 unités/ha (Tableau 2). Selon JONARD (1964) les variations du nombre de grains par épi sont surtout dues aux conditions d'alimentation minérale. Pour GRANGER (1979), le nombre de grains par épi est conditionné par la modalité de l'apport azoté et sa date d'intervention, l'azote tardif favorisant la fertilité de chaque épillet.

Le potassium aussi, influe d'une façon significative sur le nombre de grains par épi. Ce nombre passe de 35,15 à 37,91 grains par épi de la dose 0 à la dose 180 unités K₂O/ha. L'effet potassium est bien clair, la différence est bien distincte entre le témoin sans potasse et la dose 60 unités K₂O par hectare (Tableau 2). Selon FORSTER (1976) et LOUE (1984), le nombre de grains par épi est influencé positivement par les apports potassiques.

Quand à l'interaction, l'effet est hautement significatif entre les deux groupes où figure les deux doses d'azote (90 et 180 unités/ha). Concernant la dose 90 unités d'azote, l'effet N x K avec les différentes doses de potasse ne présente pas de différences significatives. Le nombre passe de 32,30 à 33,82 grains par épi de la dose 0 à la dose 120 unités K₂O/ha (Tableau 2). Par contre avec la dose 180 unités d'azote, la différence est hautement significative. Le nombre varie de 38,00 à 42,00 grains par épi de la dose 0 à la dose 120 unités K₂O/ha. Ici, on assiste à l'existence de trois groupes homogènes ; celui de la combinaison N180K0, de N180K60 et le groupe où figure les deux traitements N180K120 et N180K180.

Tableau II. Nombre de grains par épi

N \ K	K 0	K 60	K 120	K 180	Moyenne	Analyse statistique
N 90	32,30	33,60	33,82	32,00	32,93	Effet N : THS
N 180	38,00	40,00	42,00	42,00	40,50	Effet K : HS
Moyenne	35,15	36,80	37,91	37,00	36,72	Effet N x K : HS

Les coefficients de variations sont cependant faibles : 3,4 % pour l'azote et 3,0 % pour le potassium.

2. Nombre d'épis par mètre carré

Le nombre d'épis par mètre carré est influencé de façon hautement significatif par les apports d'azote. Ce nombre passe de 354,74 à 406,95 épis par mètre carré de la dose 90 à 180 unités d'azote/ha (Tableau 3). La faible variabilité du paramètre étudié (0,6 %) semble indiquer qu'en fait l'azote a pu être utilisé de façon correcte.

Une corrélation étroite ($r = 0,77$) existe entre le facteur azote et le nombre d'épis par mètre carré.

Pour le facteur potassium, le nombre d'épis par mètre carré présente de différences significatives au seuil 5 %. Une corrélation très faible ($r = 0,015$) entre le nombre d'épis par mètre carré et les doses de potassium appliquées. Le meilleur nombre (395,25) est obtenu avec la dose 180 unités de K_2O par hectare (Tableau 3).

Tableau III. Nombre d'épis par mètre carré

N \ K	K 0	K 60	K 120	K 180	Moyenne	Analyse statistique
N 90	354,20	347,02	321,38	396,38	354,74	Effet N : HS
N 180	421,00	420,99	391,70	394,12	406,95	Effet K : S
Moyenne	387,60	384	356,54	395,25	380,85	Effet N*K : HS

L'effet interaction NxK présente aussi des différences hautement significatives entre traitements. Le nombre d'épis par mètre carré passe de 321,38 obtenu avec N90K120 à 421 avec NOKO et N180K60 . On remarque qu'avec la dose 180 unités d'azote, les faibles doses de potasse sont celles qui ont donné le plus grand nombre d'épis par mètre carré. Cette observation est valable même pour la dose 90 unités N, à l'exception du traitement 1 80 unités K20 qui a donné un nombre important (396,38) d'épis par mètre carré . L'interaction a masqué l'effet potasse, et on assiste à un nombre important d'épis au mètre carré avec la dose 0 et 60 unités K2O. Ici il faut noter que l'apport de potasse par l'eau d'irrigation (0,37 méq/l) n'est pas négligeable et est considéré comme source importante de potassium pour la culture.

De cette étude on peut conclure que la potasse n'influe pas sur le nombre d'épis par unité de surface, du fait qu'elle augmente le poids et le nombre de grains par épi.

3. Le poids de 1000 grains

Le poids de 1 000 grains varie de façon très hautement significative avec les doses d'azote, il est de 38,68 grammes pour la dose 90 Kg N et diminue à 35,30 g pour la dose 180 Kg N/ha (Tableau 4). Le coefficient de variation est cependant faible et se situe à 4.6 %.

Tableau IV. Le poids de 1 000 grains

N / K	K0	K 60	K 120	K180	Moyenne	Analyse statistique
N90	37.24	40.06	42.42	35.02	38.68	Effet N : THS
N180	32.06	34.94	37.06	37.12	35.30	EffetK : HS
Moyenne	34.65	37.50	39.74	36.07	36.99	Effet NxK : HS

D'après les analyses statistiques, on distingue deux groupes homogènes, celui de la dose 90 (qui présente les poids les plus élevés, 38.68 g) et celui avec la dose 180 unités de N (qui présente les poids les plus faibles, 35,30 g). Ceci est expliqué par l'augmentation du nombre de grains par épi, et aussi par l'augmentation du nombre d'épis par unité de surface qui ont influencé ensemble négativement le poids du grain. Rappelons que ces trois paramètres sont liés d'une façon proportionnelle dans la formation du rendement.

Le poids de 1000 grains a été surtout affecté négativement par les doses d'azote. Selon MEYNARD (1987), le poids d'un grain est diminué à la fois par la fumure azotée et la densité de semis.

On remarque que l'élévation du nombre de grains entraîne une forte chute du poids de 1000 grains ($R = - 0,68$). Il est intéressant donc de noter que l'augmentation de la dose d'azote de 90 à 180 unités entraîne aussitôt une baisse de 3,38 grammes du poids de 1000 grains.

L'apport d'engrais potassique fait apparaître des différences hautement significatives avec un coefficient de variation faible de 2.6 %. Le poids de 1000 grains passe de 34.65 à 39,74 g entre la dose 0 et la dose 120 unités K20/ha, puis on assiste à une chute de poids avec la dose 180 unités K20 (Tableau 4). Une observation faite sur terrain, confirme qu'au niveau des parcelles qui ont reçu une bonne fumure potassique, les grains de la partie inférieure des épis sont presque aussi gros que ceux de la partie centrale. Cette constatation est en accord avec celle de HAEDER et BERINGER (1981).

En conclusion, il a été constaté que la phase totale de remplissage des grains est allongée par l'effet potasse. Cet allongement explique l'effet positif du

potassium sur le poids moyen d'un grain et l'amélioration du potentiel hydrique de la plante. Pour l'interaction NxK, l'effet est hautement significatif, le poids de 1 000 grains passe de 32,06 à 42,42 grammes, de la combinaison NOKO à la combinaison N90K120. L'effet interaction NxK est positif et on assiste à un gain en poids de 2,68 grammes pour 1000 grains. Dans la station d'Aspach, LOUE (1982) obtient des résultats sur l'interaction moyenne NxK obtenue sur 09 ans comparables aux résultats de notre expérience.

4. Rendement en grains

Le rendement en grains varie de façon très hautement significative avec les doses d'azote. Il passe de 44.57 à 55.75 Qx/ha de la dose 90 à la dose 180 unités (tableau 5). La corrélation entre les doses d'azote et le rendement est significative ($R = 0,87$).

Ces résultats sont confirmés par ceux de DROUINEAU (1979) qui à une dose élevée d'azote obtient des rendements plus importants à la station d'Aspach de 1968 à 1975. Pour le potassium, l'effet est significatif, mais intense que celui de l'azote. MENGEL et HAEDER (1976), ont trouvé qu'à pleine intensité lumineuse, les plantes qui ont reçu un bon niveau d'alimentation potassique avaient un meilleur rendement en grain et un poids de mille grains plus élevé. Les études réalisées, par HAEDER (1980) nous aident dans une certaine mesure à expliquer l'effet significatif du potassium sur le rendement par suite d'une amélioration du poids du grain qui est du probablement à un processus physiologique de remplissage des grains. Mais cette constatation reste à confirmer par des études spécialisées dans ce sens.

Tableau V. Rendement en grains en Qx/ha

N / K statistique	K0	K 60	K 120	K 180	Moyenne	Analyse
N 90	44.54	45.10	45.00	43.64	44.57	Effet N : HS
N 180	50.52	54.72	58.66	59.10	55.75	Effet K : S
Moyenne	47.53	49.91	51.83	51.37	50.16	Effet NxK : HS

L'interaction NxK présente de différences hautement significatives entre les diverses combinaisons. Elle tend à se manifester positivement sur les rendements dans d'assez nombreuses situations (LOUE, 1979). Selon ce même auteur, l'interaction NxK pour le blé est variable.

Avec la dose 90 unités N/ha, les différentes combinaisons ne présentent pas de différences significatives, bien qu'il existe une légère augmentation du rendement qui passe de 44.54 à 45.10 Qx/ha de N90K0 à N90K60. La remarque

à faire selon les résultats des analyses statistiques est que le potassium n'a pas d'influence significative avec la dose de 90 unités d'azote, par contre une signification est observée avec la dose 180 unités N/ha, le rendement passe de 50.52 à 59.10 Qx/ha, de N180K0 à N180K180 (tableau 4). Entre les deux combinaisons N180K120 et N180K180 la différence n'est pas significative.

Les résultats obtenus confirment le phénomène de synergie entre la nutrition azotée et la nutrition potassique (LOUE, 1980 ; SUARAT, 1987 ; FORSTER, 1977).

CONCLUSION

En sol saharien pauvre en éléments nutritifs, la fertilisation reste à l'heure actuelle le moyen le plus efficace pour obtenir des rendements acceptables. De ce fait, il est impératif de raisonner convenablement les apports d'engrais minéraux pour répondre aux besoins des cultures en éléments nutritifs. C'est dans ce contexte, que réside le principal objectif de notre travail, consistait à évaluer la relation alimentaire entre la disponibilité des deux éléments nutritifs essentiels que sont l'azote et le potassium.

Durant cet essai, il a été constaté que l'effet de l'apport des engrais azoté et potassique ainsi que leur interaction sur les composantes de rendement est positif. Tous les paramètres de la fertilité du végétal sont améliorés, à l'exception du nombre d'épis par mètre carré qui n'était pas influencé par l'accroissement des engrais potassiques.

Le rendement en grains a présenté des différences significatives selon interaction azote x potassium. Le rendement maximal obtenu durant cet essai est de 59.10 Qx/ha pour avec le traitement correspondant à 180 unités d'azote et 180 unités de potasse. Les doses optimales seraient de 169 Kg N /ha , et 151 Kg K₂O/ha.

En ce qui concerne le poids de 1000 grains, il s'est avéré que l'azote est le facteur primordial dans la chute de cette composante du rendement. Cependant, l'apport d'engrais potassique aura limité ce phénomène.

L'interaction entre l'azote et la potasse a un positif global sur le rendement en blé dur dans cette zone saharienne.

Références

- BENBELKACEM A. - 1989 - Tritical research in Algeria. Rapport I.T.G.C El- Khroub , 8p.
- BOIFFIN J., SEBILLOTE M., et COUVREUR F., 1981- Elaboraton du rendement et fertilisation azotée du blé d'hiver en Champagne crayeuse. Agronomie 1(7), 549 - 558
- COIC Y. - 1950 - Influence de l'époque d'apport des engrais aziotés sur les compantes du rendement des blés C. R.Acad. Agri. Franç., 231-234
- DIEHL J.A. - 1975 - Agriculture générale . Ed. J. B. Bailière, Paris 6, 205-211
- DROUINEAU G. - 1979 - Effet du potassium dans les essais de longue durée. Dossier K20, SCPA N° 13,1-14
- FORSTER H.- 1977- Influence of K and N fertilizers on the quality and yield of oil from old and new varieties of rapeseed. 13th colloquium Int. Pot. Inst., York, 305-310
- GRANGER Y.- 1979 - Relations spatiales en culture de blé tendre crhiver sous climat atlantique Thèse Docteur Ingénieur E.N.S.A. Rennes France.
- HAEDER H.E. - 1980- Effet of potassium nutrition on sink intensité and duration proceeding of the 15th colloquium of IPI. Wageningen, 185-194
- HAEDER H. E., BERINGER H.- 1981 - Analysis of yield of vânter wheat grown et increasing levels of potassium. J. Sci. Food Agric. 32, 547-551
- JONARD P.- 1964 - Etude comparative de la croissance de deux variétés de blé. Ann. Amélio. Plantes., 14(2),101-130
- LOUE A. - 1979 - Interaction du potassium avec d'autres facteurs de croissance. Dossier K20 SCPA, No 15, 1-32
- LOUE A. - 1980 - Les teneurs critiques en potassium dans les diagnostics de plantes de grande culture..5e colloque Int. Contrôle de l'alimentation des plantes cultivées. Castai frarico Veneto, 12p,
- LOUE A. - 1982 - Le potassium et les céréales. Dossier K20, SCPA, N° 22, 1-40
- LOUE A, - 1984 - Le potassium et les céréales. Revue de la potasse. 9(4),1-19
- MASLE-MEYNARD J. - 1980 - L'élaboration du nombre d'épis chez le blé d'hiver. Influence de différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière. Thèse Docteur Ing. Paris-Grignon. 274p

Mc LEOD L.B.- 1969 - Effects of N, P and K and their interaction on the yield and kernel weight of barley in hydroponic culture. *Agronomy J.*, vol. 61, 25-29

MENGEL K., HAEDER H.E.- 1976- The effect of potassium and light intensity on the grain yield production of spring wheat. *Proc. 4th. Int. conf. on control of plant nutrition* 2, 463-475

MEYNARD J.M.- 1987- L'analyse de l'élaboration du rendement sur les essais de fertilisation azotée. *Perspectives agricoles: fertilisation azotée et soufrée*. ITCF, 115, 76-83

SAURAT A., 1987- Potassium sulphate in mediterranean region. N-K, Workshop, Andra