



Revue semestrielle – Université Ferhat Abbas Sétif 1

REVUE AGRICULTURE



Etude de la fertilisation azotée appliquée sur la production de semences d'orge *Hordeum vulgare* L. (variété Tichedrett) en zone semi-aride de M'sila

Saoudi M., Benkherbache N., Benniou R. et Haffaf H.

Département des sciences agronomiques, université Mohamed Boudiaf de M'sila
nbenkher@yahoo.fr

ARTICLE INFO

Reçu :

Accepté :

Mots clés :

Mots Clés : Fertilisation azotée, orge, production des semences, semi-aride, surface foliaire, chlorophylle, spad, rendement, NUE.

RÉSUMÉ

La production de semences demande un grand soin, plus de précision dans les procédures et d'avantage de compétences techniques et l'eau bien qu'indispensable, n'est pas le seul facteur prépondérant dans l'amélioration de la productivité. La fertilisation recouvre également un vaste ensemble de techniques, de moyens et de produits, dont la mise en œuvre harmonieuse permet d'élever ou de maintenir la capacité des récoltes. L'azote est un élément essentiel pour le développement des cultures et du rendement. Dans ce contexte nous avons tenté d'étudier l'influence des différentes doses d'azote sur la production des semences céréalières orge dans la région de M'sila. Le dispositif expérimental adopté est un dispositif en randomisation total, comportant quatre (04) niveaux et quatre (04) répétitions. Chaque parcelle élémentaire a les dimensions de 03 m de long sur 1.5 m de large. Les parcelles élémentaires sont consacrées aux différentes doses d'engrais azoté (Urée 46%). Les doses d'engrais appliquées sont les suivantes 50, 100, 150 et 0 Kg/ha (témoin). Les résultats de l'étude ont montré une augmentation significative du rendement en grains qui a été de 33.25 q/ha est obtenu avec le traitement 150 kg d'N/ha contre 23.49 q/ha le témoin n'ayant pas reçu d'apports.

INTRODUCTION

La production céréalière en Algérie est fortement dépendante des conditions climatiques. D'après DJERMOUN (2009) cette dépendance se traduit par des variations importantes de la SAU, de la production et du rendement. Ainsi, le manque de précipitations, mais aussi la mauvaise répartition des pluies pendant l'année expliquent en grande partie la forte variation de la production céréalière.

A l'inverse de la production de céréales, la production de semences demande un grand soin. Pour avoir accès à des semences de qualité, il faut respecter les règles de sélection des plantes et les facteurs prépondérants dans l'amélioration de la productivité : la disponibilité en eau, et d'autres facteurs liés au sol et au végétal qui ont une incidence significative sur l'obtention d'un bon rendement. Et cela en utilisant tous les moyens possibles tels que l'utilisation de variété à haut rendement, une fertilisation contrôlée, un bon désherbage de la culture, ainsi que l'usage de techniques de production les mieux adaptés à la réalité de terrain.

De nombreux auteurs ont déjà montrés l'importance de la nutrition azotée chez les céréales. Plusieurs auteurs affirment que l'azote est un élément essentiel pour le développement des cultures et des rendements (SOLTNER, 2003 ; N'DAYEGAMIYE et POULIN, 2011; HIREL et al., 2007). Depuis la révolution verte, il y'a plus de 50 ans, les agriculteurs ont tendance à optimiser la fertilisation azotée afin de maximiser le rendement des cultures. Une quantité suffisante d'azote doit être disponible aux cultures pour obtenir une bonne récolte (HIREL et al., 2007). Par contre, un excès favorise les problèmes de verse, les retards de maturité, la dégradation de la qualité des récoltes et la pollution de l'eau souterraine par les nitrates et l'augmentation des couts de production (N'DAYEGAMIYE et POULIN, 2011).

Ainsi, afin d'optimiser l'efficacité d'utilisation de l'azote pour une meilleure production de semences d'orge, nous avons étudié l'impact de différentes doses d'azote sur la production de semences d'orge (variété Tichedrett) dans la région semi-aride et particulièrement dans le Chott du Hodna, dans la commune de Maarif de la wilaya de M'sila.

MATERIELS ET METHODES

L'essai a été conduit pendant la campagne 2011/2012 dans la ferme de la société d'exploitation et de valorisation des fermes et des périmètres agricoles «SEVFPA», située dans la commune de Maarif, wilaya de M'sila.

La région de Maarif se caractérise par un climat semi-aride, avec des précipitations de 158,4 mm pour la campagne 2011/2012. Les températures basses sont enregistrées au mois de Février avec une moyenne de 7,85°C. Les températures les plus chaudes ont été au mois de Mai avec 31,5°C.

Les sols de la ferme sont désaturés et non salés avec un pH ne dépassant pas 8,5 et une teneur en matière organique de 2,79%.

Le matériel végétal utilisé est l'orge avec la variété locale TICHEDRETT, qui est caractérisée par un bon comportement et bonne aptitude dans les zones semi arides.

Le dispositif expérimental adopté est en randomisation total avec quatre (04) niveaux des doses d'azote et quatre (04) répétitions : D₁ :50 kg/ha (23 unités/ha), D₂:100 kg/ha,(46 unités/ha), D₃ :150 kg/ha (69 unités/ha) et T : témoin sans apport d'azote. L'engrais apporté est l'urée 46% distribué sur des parcelles élémentaires dont les dimensions de 03 m de long sur 1.5 m de large. Le choix de ces doses a été en fonction de la dose de référence que les multiplicateurs de la région apportent à la production de semence qui est de 100 Kg d'urée/ha soit 46 unités d'azote/ha.

Pour la conduite de la culture, l'exploitation pratique la rotation céréale sur céréale. Le travail du sol se limite à un labour profond réalisé au mois de Novembre à l'aide d'une charrue à soc. Les semis ont lieu le 21 Novembre 2011, réalisés avec un semoir en ligne à une dose de 140 kg/ha. La semence semée appartient à la catégorie G3.

L'entretien de la culture s'est limité à un traitement chimique appliqué au stade début tallage le 04/03/2012. Le désherbant utilisé est le Mustang 306 E (anti-dicotylédones), avec une dose de 4 kg/ha.

L'engrais azoté (urée 46%), a été réalisé manuellement selon les deux apports ; le premier apport au stade début tallage le 14 /03/2012, et le deuxième au stade montaison le 04/04/2012. L'irrigation de complément est faite par aspersion, dont la fréquence varie selon la pluviométrie. Au cours de cette campagne quatre (04) apports ont été réalisés.

Les Paramètres mesurés au stade épiaison sont la teneur en chlorophylle totale des feuilles réalisée par le chlorophylle-Mètre CCM-200 directement dans les champs (NOURI, 2002), sur l'avant dernière feuille du maître brin. Elle est exprimée en unité de SPAD. La surface foliaire mesurée à l'aide d'un planimètre sur un échantillon de 10 feuilles étendards prélevées aléatoirement de chaque parcelle élémentaire. A maturité la hauteur des plantes, la longueur de l'épi a été mesurée et exprimée en cm.

Les composantes du rendement mesurées sont la densité épis /m² a été mesurée sur un échantillon de 2 mètres et sur trois (03) comptages (en diagonale) le long de chaque parcelle élémentaire soit 6 mètres linéaires par chaque parcelle. Un échantillon de 10 épis par parcelle élémentaire a permis de mesurer, le nombre de grains par épi et le poids de mille grains.

La récolte a été effectuée manuellement le 27 Mai 2012 pour un fauchage de 50 cm à ras du sol des plants de l'orge à la maturité dans chaque parcelle élémentaire nous a permis de mesurer la biomasse aérienne, le rendement en paille et le rendement en grains par unité de surface.

L'efficacité de l'azote utilisé (EAN) a été mesurée selon BARLOG et GRZEBISZ (2004). Avec $EAN = (RT - RO)/FN$ (RT : Rendement en grain (kg/ha) de la parcelle fertilisée, RO : Rendement en grain (kg/ha) de la parcelle non fertilisée et FN : Fertilisation azotée apportée).

Les résultats obtenus ont été traités statistiquement à l'aide du logiciel Graphpad Prism 5 version (5.03) par une analyse de variance à un facteur (ANOVA) en utilisant le test Neuman et Keuls (au seuil 5%) à comparaison multiple afin de déterminer l'effet de la dose d'azote sur les paramètres considérés. Les résultats sont décrits sous forme de moyenne ± SD. La signification statistique a été à partir P<0,05.

RESULTATS ET DISCUSSION

L'effet des doses croissantes d'azote est hautement significatif sur la teneur en chlorophylle des feuilles et sur tous les paramètres morphologiques mesurés (tableau 1).

La teneur en chlorophylle est élevée dans les traitements D2 et D3, par rapport à D1 et T dont la diminution est significative. Dans ce contexte, GROS (1969) ; SOLTNER (2003) ont indiqué qu'une plante bien approvisionnée

en azote présente une abondance de chlorophylle et une activité assimilatrice intense dans les parties vertes comme les feuilles, où s'effectuent les phénomènes de photosynthèse. L'azote est l'un des facteurs principaux pouvant limiter la croissance des plantes. En effet, la disponibilité de cet élément est souvent faible alors que les besoins de la plante en azote, en particulier pour la machinerie photosynthétique, sont très grands (WOHLFAHRT et al., 1998 ; HIKOSAKA et HIROSE, 2001) puisque 75% de l'azote foliaire est présent dans les chloroplastes (POORTER et EVANS, 1998 ; KAZDA et al., 2000).

Tableau 1. Valeurs moyennes (M±SD) de la teneur en chlorophylle des feuilles et des paramètres morphologiques d'orge en fonction des différentes doses d'azotes.

	Teneur en chlorophylle (Unité de SPAD)	Surface foliaire (mm²)	Hauteur de la plante (cm)	Longueur d'épis (cm)
T	14,17±0.36 D	346,0 ±32,28 C	59.50 ± 2.23 D	3.22 ± 0.15 C
D1	18,76±0,74 C	390,2 ± 46,48 C	68.81± 3.88 C	4.14± 0.14 B
D2	25,23±1,05 B	574,2 ± 41,95 B	80.00 ± 5.55 B	5.02± 0.31 A
D3	28,01±1,56 A	694,4 ± 60,45 A	90.94± 5.75 A	5.22 ± 0.22 A
P	p< 0.0001 ***	P<0.0001 ***	P<0.0001 ***	P<0.0001 ***
CV%	4.08%	9.31%	5.96%	4.77%

SD: déviation standard ; P : degré de significativité Différentes lettres majuscules (A, B, C, D) dans la même ligne indiquent l'indice de séparation des groupes homogènes par le test de NEWMAN-KEULS au seuil $\alpha=5\%$. Seuil de significativité : P<0.0001. * : Différence significative ; ** : Différence très significative ; *** : Différence très hautement significative.

La surface foliaire de l'orge a augmenté significativement avec l'augmentation des doses d'azote (figure 1). Cette constatation est en accord avec celles de MOSALE et al., (1997) MOSEDDAQ et MOUGHLI (1999) ; LECLECH (2010). La hauteur de la plante a réagi favorablement à l'augmentation des doses d'azote. Nous avons constaté qu'à la dose D3, la hauteur des plantes a été de 84.71 cm contre seulement 68.88 cm chez le témoin. Cette augmentation très hautement significative indique que la croissance de la partie végétative est proportionnelle avec l'apport croissant de l'azote.

La longueur de l'épi a augmenté significativement avec les doses D2, D3. Et l'effet la dose excessive de 150 kg/ha apparaît dans le même niveau avec la dose de 100kg/ha. Ces résultats sont en conformité avec ceux de BELLOULA (1981) ; DJIAR (1988) qui ont attribué l'accroissement de la longueur des épis à l'accroissement de la dose d'azote.

L'azote est un nutriment essentiel au développement de la plante et à sa productivité. Il régule tout d'abord l'établissement de la surface foliaire de la culture, et détermine également l'activité photosynthétique puisque l'essentiel de l'azote foliaire est utilisé dans l'appareil photosynthétique (GROS, 1969; EVANS, 1989; VILAIN, 1997; SOLTNER, 2003). L'épi a une fonction photosynthétique importante au cours du remplissage du grain (FEBRERO et al., 1990) ; sa contribution à la photosynthèse de la plante entière varie de 13 % (BISCOPE et al., 1975) à 76 % (EVANS et RAWSON, 1970). Il est un constituant fondamental des tissus végétaux. Il constitue avec le carbone l'un des éléments chimiques fondamentaux de la matière végétale (VILAIN, 1989). En effet, et d'après GATE (1995), l'azote est impliqué directement dans la nutrition carbonée et donc il influe directement sur la croissance de la plante.

Leur croissance est limitée par une offre, des ressources insuffisantes : sécheresse, température en dehors de l'optimum, carence en azote ou concurrence pour la lumière (GATE et GIBAN, 2003).

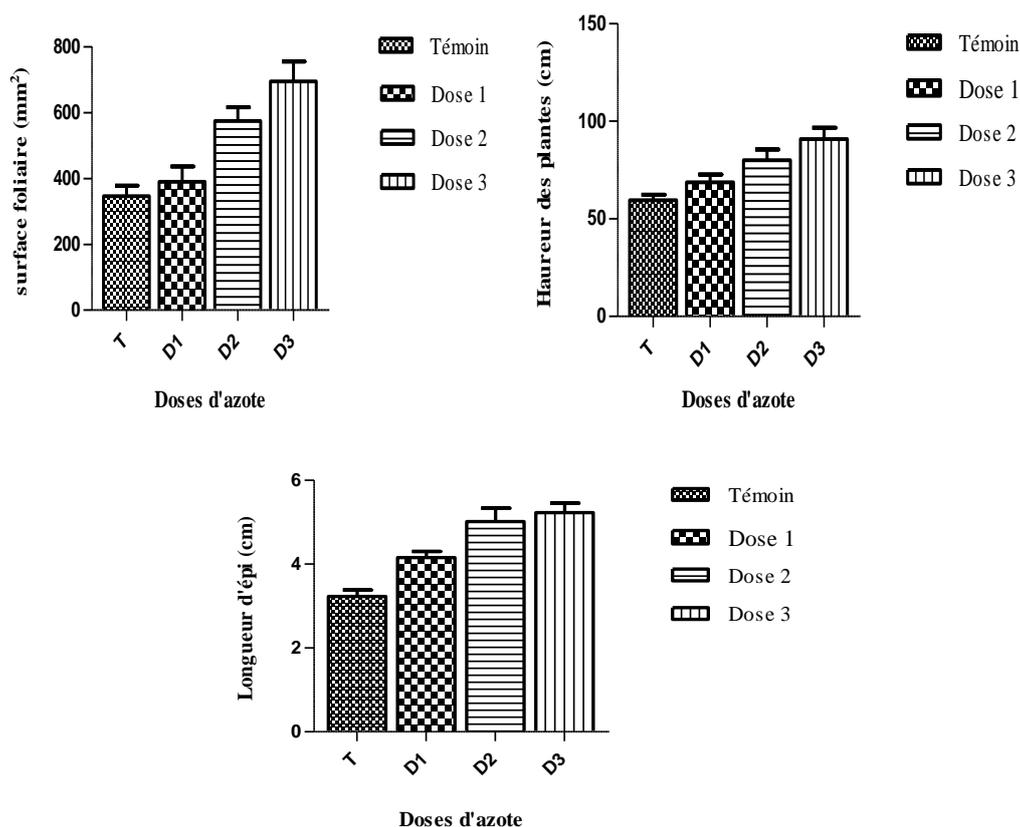


Figure 1. Effet de la fertilisation azotée sur les paramètres morphologiques de l’orge conduit dans la région de Maarif (T : 0kg d’N/ha ; D1 :50kg d’N/ha ; D2 : 100kg d’N/ha ; D3 : 150kg d’N/ha).

Dans la présente étude la densité épis par m² est augmenté avec celle des doses d’azote (figure 2), le plus grand nombre d’épis a été enregistré dans la dose D3 avec 383 épis/ m² contrairement pour D1 et le témoin dont une plus faible densité. Le nombre des grains par épi augmente significativement avec la dose D3, tandis que avec la dose D2 la fertilité a été identique à la dose D1. L’azote a influencé de façon hautement significative le poids de mille grains de l’orge (PMG). Une augmentation significative a été enregistrée pour les doses D2 et D3 contre une diminution pour la dose D1 et le témoin (tableau 2).

Tableau 2. Valeurs moyennes (M±SD) des composantes du rendement d’orge en fonction des doses d’azotes

	Densité épis/m ²	Nombre des grains/épi	PMG(g)
T	235.9 ±16.32	28.83 ± 1.84	40.15± 1.44
	C	C	C
D1	305.4± 22.9	39.93 ± 3.20	45.77± 1.15
	B	B	B
D2	380.4 ± 16.87	42.58 ± 3.04	47.89± 0.49
	A	B	A
D3	383.0 ± 26.75	49.80 ± 2.41	48.05 ± 0.33
	A	A	A
P	P<0.0001 ***	P<0.0001 ***	P<0.0001 ***
CV%	6.47%	6.61%	1.96%

PMG : poids de mille grains. SD: déviation standard ; P : degré de significativité Différentes lettres majuscules (A, B, C, D) dans la même ligne indiquent une différence significative entre les doses (T, D1, D2, D3). Seuil de significativité : P<0.0001. * : Différence significative ; ** : Différence très significative ; *** : Différence très hautement significative.

La biomasse aérienne a été favorable aux doses croissantes de l'azote (figure 2), un gain de 25.37q/ha a été noté dans la dose D3 par rapport au témoin non fertilisé. Le rendement en grains a été amélioré par l'apport d'azote. En effet, le témoin a présenté un rendement faible avec 22.21 q/ha, cependant, les doses D3 a augmenté le rendement avec un gain de 9.82 q/ha (tableau 3).

Selon MEYNARD (1987) et SOLTNER (2000) le nombre d'épis par mètre carré dépend largement des conditions de nutrition minérale pendant la période tallage-montaison : toute carence en azote au redressement-floraison entraîne une régression des tiges susceptibles de monter en épis et diminue la fertilité de ces dernier. Cependant, MEKLICHE et al.,(2000) ont noté que un déficit hydrique au montaison réduit le nombre d'épis par m² et le nombre de grains par épi et affecte d'une manière indirecte le poids de mille grains. Nos résultats concernant l'augmentation du nombre de grains par épi est similaire à ceux de BELLOULA (1981) ;GATE(1995) ;MOSSERDAQ et MOUGHLI (1999) ;HALILLAT et DOGAR (2000) ;BENNAI et BENABBAS (2007) qui ont montré un effet hautement significatif de la fertilisation azoté sur le nombre des grains par épi, dont celui-ci est déterminé par le nombre d'épillets potentiels par épi et la fertilité de l'épi. Par ailleurs, une carence temporaire en azote au moment de la fécondation réduit le nombre de grains par épi en augmentant le nombre de fleurs avortée. LECLECH (2010) a noté que le remplissage du grain chez les céréales résulte d'une part de la photosynthèse des organes encore verts durant la maturation (dernière feuilles, épis), et d'autre part il est amélioré significativement par l'application de la fertilisation azotée. Tout au long du cycle, la matière sèche totale s'est avérée fortement corrélée à l'azote absorbé. Les différences en matière d'absorption de l'azote se traduisent sur les processus de croissance et de développement et causent des variations en matière sèche (MOSSERDAQ et MOUGHLI, 1999).GATE (1995) a obtenu une plus importante accumulation de la matière sèche dans la partie aérienne après avoir doublé la dose d'azote.

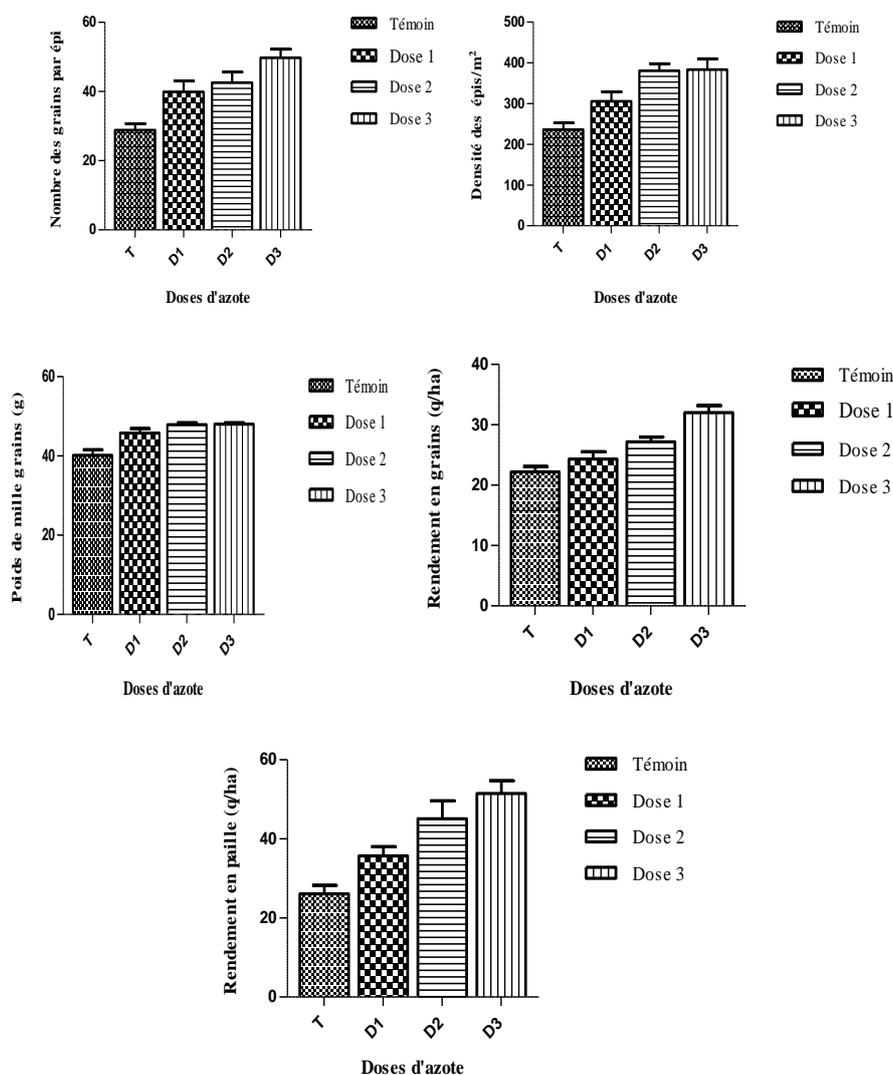


Figure 2. Effet de la fertilisation azotée sur le rendement et ses composante de l'orge conduit dans la région de M'aarif(T : 0kg d'N/ha ; D1 :50kg d'N/ha ; D2 : 100kg d'N/ha ; D3 : 150kg d'N/ha)

Tableau 3. Valeurs moyennes (M±SD) de la biomasse aérienne, du rendement en paille et en grains d'orge en fonction des différentes doses d'azotes.

	Biomasse aériennes (q/ha)	Rendement en pailles (q/ha)	Rendement en grains (q/ha)
T	62.58 ± 6.24 D	26.13 ± 2.08 D	22.21 ± 0.88 D
D1	84.11 ± 4,95 C	35.72 ± 2.32 C	24.35 ± 1.17 C
D2	94.11 ± 4.49 B	45.10 ± 4.50 B	27.17 ± 0.81 B
D3	107 ± 2.40 A	51.50 ± 3.19 A	32.03 ± 1.16 A
P	P<0.0001 ***	P<0.0001 ***	P<0.0001 ***
CV%	5.72%	7.66%	3.85%

SD: déviation standard ; P : degré de significativité Différentes lettres majuscules (A, B, C, D) dans la même ligne indiquent l'indice de séparation des groupes homogènes par le test de NEWMAN-KEULS au seuil $\alpha=5\%$. Seuil de significativité : P<0.0001. * : Différence significative ; ** : Différence très significative ; *** : Différence très hautement significative.

Nous avons constaté que l'efficacité agronomique de l'azote (EAN) a augmenté avec l'augmentation des apports (tableau 4). En effet, l'orge présente une efficacité élevée à partir de 50kg/ha et qui ne semble pas différer de la dose 100 kg/ha. Ce n'est qu'à partir de la dose D3 que l'efficacité s'améliore. L'EAN suggère l'efficacité de la dose de 50 kg/ha pour l'orge. D'après LOPEZ-BELLIDO et LOPEZ-BELLIDO (2001), l'augmentation des apports d'azote induit un déclin de l'EAN, contrairement à nos résultats qui ont présenté une amélioration de cette efficacité rejoignant ceux de FAGERIA (2009).

Tableau 4. Efficacité agronomique de l'azote appliqué sur l'orge dans la région de Maarif.

	Efficacité agronomique de l'azote (kg/kg N)
D1	4.28
D2	4.96
D3	6.54

CONCLUSION

Notre étude sur l'effet de l'application des différentes doses d'azote sur la production de semences d'orge en zone semi-aride a permis d'identifier des doses proche de l'optimum permettant l'amélioration du rendement. Les composantes du rendement ont répondu favorablement à l'apport d'azote. L'efficacité agronomique de l'azote a été augmenté avec l'accroissement des doses, l'orge ne valorise pas beaucoup cet apport ce qui suggère une limitation à seulement 50 kg d'azote/ha au risque de pertes économiques et de pertes agronomiques (verse physiologique).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAHLOUL A., 1989** - La fertilisation azotée raisonnée des céréales. (20) : 15-19.
- BARLOG P. and GRZEBISZ W., 2004** - Effect of timing and nitrogen fertilizer application on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). II. nitrogen uptake dynamics and fertilizer efficiency. *Journal of Agronomy and Crop Science*, (190) : 314-323.
- BENNAI M. et BENABBAS B., 2007**- L'amélioration des rendements des céréales par une fertilisation adaptée aux conditions pédoclimatiques algériennes. pp :1-37.
- BISCOPE P.V., GALLAGHER J., LITTLETON E.J., MONTEINTH K.L. and SCOTT R.K., 1975** - Barley and its environment. Sources of assimilates. *J. Appl. Eco*; pp : 12-395.
- DJERMOUN A., 2009**- La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Revue Nature et Technologie*,(1) : 46-52.

- DORDAS C. et SIOULAS C., 2008** - Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Ind. Crops Prod.*, **(27)** : 75-85.
- DORDAS C., 2009**- Dry matter, nitrogen and phosphorus accumulation, partitioning and remobilization as affected by N and P fertilization and source-sink relations. *European Journal of Agronomy*, **(30)** :129-139.
- EVANS L.T. and RAWSON H.M., 1970** - Photosynthesis and respiration by the flag leaf and components of the ear during grain development in wheat. *Aust. J. Biol. Sci.*, pp : 23-245.
- EVANS J., 1989**- Photosynthesis and Nitrogen relationships in leaves of C3 plants. *Oecologia*,**(78)** : 9-19.
- FAGERIA N.K., 2009** – The use of nutrients in crop plants. *CRC Press*, New York.
- FEBRERO A., BROT J., BROWN R.H. and ARAUS J.L., 1990**- The role of durum wheat ear as photosynthetic organ during grain filling. *In advanced trends in photosynthetic*, Mallorca, Spain (unpublished), pp 23-245.
- GATE P., 1995** - Ecophysiologie du blé: De la plante à la culture. I.T.C.F., Ed. Lavoisier, 429p.
- GROS A., 1969** - Engrais. Guide pratique de la fertilisation. Ed. La maison Rustique, Paris. 5^{ème} édition, 433p.
- HADJICHRISTODOULOU A., 1985** - The stability of the number of tiller of barley varieties and its relation with consistency of performance under semi- arid conditions. *Euphytica***(34)** :641-649.
- HALILAT M.T. et DOGAR M.A., 2000** -Influence de la fertilisation azotée et potassique sur le comportement du blé en zones sahariennes. *Annales de l'Institut National Agronomique El Harrach*, 20 **(1 et 2)** : 18-28.
- HIREL B., LE GOUIS J., NEY B. et GALLAIS A., 2007** -Le défi de l'amélioration de l'efficience d'utilisation de l'azote dans les plantes cultivées: Vers un rôle plus central pour la variabilité génétique et la génétique quantitative au sein des approches intégrées. *Journal of Experimental Botany 2007*,**(58)** : 2369-2387.
- ITCF., 2002** - Orges brassicoles et fourragères. Ed. Lavoisier, 95p.
- LECLECH N., 2010**- Stratégies de fertilisation des cultures en Lorraine : Rendez-vous technique et agronomique des Missions de Recyclage Agricole des Boues. *Chambre d'agriculture*, pp : 1-79.
- LOPEZ-BELLIDO R.J. and LOPEZ-BELLIDO L., 2001**- Efficiency of nitrogen in wheat under Mediterranean conditions : effect of tillage, crop rotation and N fertilization. *Field Crops Res.*,**(71)** : 31-46.
- MASSE J. et VIAUX P., 1983** - Azote et croissance de blé. Perspectives agricoles, I.T.C.F. 68p.
- MEYNARD J.M., 1987**- L'analyse de l'élaboration de rendement sur les essais de fertilisation azotée. *Perspectives agricoles*, **(115)** : 76-83.
- MOSSERDAQ F. et MOUGHLI L., 1999**- Fertilisation azotée des céréales: Cas des blés en Bour et en irrigué. *Transfert de technologie en agriculture*, **(62)** : 1- 4.
- N'DAYEGAMIYE A. et POULIN D., 2011** - Evaluer la quantité d'azote fourni par le sol pour optimiser la fertilisation. IRDA., pp : 16-18.
- SOLTNER D., 2000**- Les basses des productions végétales: le sol et son amélioration. Ed. Les collections sciences et techniques agricoles, Maine et Loire, France. Tome I, 22^{ème} édition, 472p.
- SOLTNER D., 2003**-Les basses des productions végétales: le sol et son amélioration. Ed. Les collections sciences et techniques agricoles, Tome I, 23^{ème} édition, 464p.
- VILAIN M., 1989** - La production végétale. Ed. Lavoisier, Paris. Tome II, 387p.
- VILAIN M., 1997** - La production végétale : La maîtrise des techniques de la production. Agriculture d'aujourd'hui, science, technique, application, Ed. Tec et Doc-Lavoisier, Paris, Tome II, 2^{ème} édition, 449p.