



Revue semestrielle – Université Ferhat Abbas Sétif 1

REVUE AGRICULTURE



Étude de la fertilisation azotée appliquée pour la production de semences du blé dur *Triticum durum* (variété waha) en zone semi-aride (M'sila).

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

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

ARTICLE INFO

Reçu :

Accepté :

Mots clés :

Mots Clés : Fertilisation azotée, blé dur, production des semences, semi-aride, surface foliaire, chlorophylle, rendement.

RÉSUMÉ

La fertilisation azotée qui joue un rôle essentiel dans la plante, et reste l'un des facteurs les plus limitatifs de l'augmentation de la production. 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. L'objectif de notre travail est d'étudier l'influence des différentes doses d'azote sur la production des semences céréalières blé dur dans la région de M'sila. Le dispositif expérimental adopté est un dispositif en randomisation total, comportant quatre (04) niveau 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 mesures ont concernées les paramètres physiologiques et agronomiques. Les résultats obtenus ont montré une augmentation de la teneur en chlorophylle avec les doses d'azote. La fertilisation azotée a été favorable à une meilleure biomasse et une augmentation significative du rendement.

Introduction

Les céréales occupent, à l'échelle mondiale, une place primordiale dans les programmes de recherche agricole. En Algérie, cette place est d'autant plus importante que le pays aspire atteindre une production stable de céréales, en particulier celle céréales d'hiver (KOLAI, 2008). 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, plus de précision dans les procédures et davantage de compétences techniques. La fertilisation, elle-même, recouvre 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. La fertilisation azotée joue un rôle essentiel dans la plante, et reste le facteur limitant de l'augmentation de la production, à condition que les autres facteurs soient à leur optimum (condition climatique, techniques culturales,...).

En effet, les doses d'engrais azotés devraient être spécifiques pour chaque étage climatique et pour chaque champ, en tenant compte des crédits d'azote fournis par le sol (SOLTNER, 1999).

La présente expérimentation a pour but d'étudier l'influence de différentes doses d'azote sur la production des semences du blé dur en zones semi-aride afin d'évaluer et d'identifier la dose optimale pour l'amélioration du rendement et ses composantes.

Matériels et méthodes

L'expérimentation a été conduite pendant la campagne agricole 2011/2012 dans la ferme de la société d'exploitation et de valorisation des fermes et des périmètres agricoles «SEVFPA», située au Sud du chef-lieu de la wilaya de M'sila. La région se distingue par une altitude de 447 m incluse entre 35°29' Latitude Nord et 4°34' Longitude Est.

Le climat de cette campagne (2011/2012) a été caractérisé par une pluviométrie insuffisante avec une somme de 158.4 mm. Le mois le plus pluvieux est le mois de Octobre avec une moyenne mensuelle de 69.59 mm. Alors que durant les mois Janvier et Mai les pluies ont été nulle (0 mm).

Pour cette campagne, on ne note pas des températures basses au moment de floraison (Mars). De telles températures auraient provoquées la coulure des fleurs. Par ailleurs, l'élévation de la température au mois d'avril et mai a été notée, en provoquant des risques d'échaudage.

Le matériel végétal est le blé dur avec la variété Waha qu'est une variété introduite d'origine Syrienne. Cette variété est caractérisée par son bon comportement et son aptitude à produire dans les zones semi arides (BOUFENAR-ZAGHOUANE et ZAGHOUANE, 2006).

Le dispositif expérimental adopté est un dispositif en randomisation total, comportant quatre (04) niveau et quatre (04) répétitions. Chaque parcelle élémentaire a les dimensions de 03 m de long sur 1.5 m de large (figure 1). Les parcelles élémentaires sont consacrées aux différentes doses d'engrais azoté qui est l'urée 46%, et l'épandage a été réalisé manuellement fractionné en deux apports.

Les doses d'engrais appliquées sont les suivantes : **D₁** 50 kg/ha (23 unités/ha), **D₂** 100 kg/ha (46 unités/ha), **D₃** 150 kg/ha (69 unités/ha) et **T** le témoin sans apport d'azote. 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.

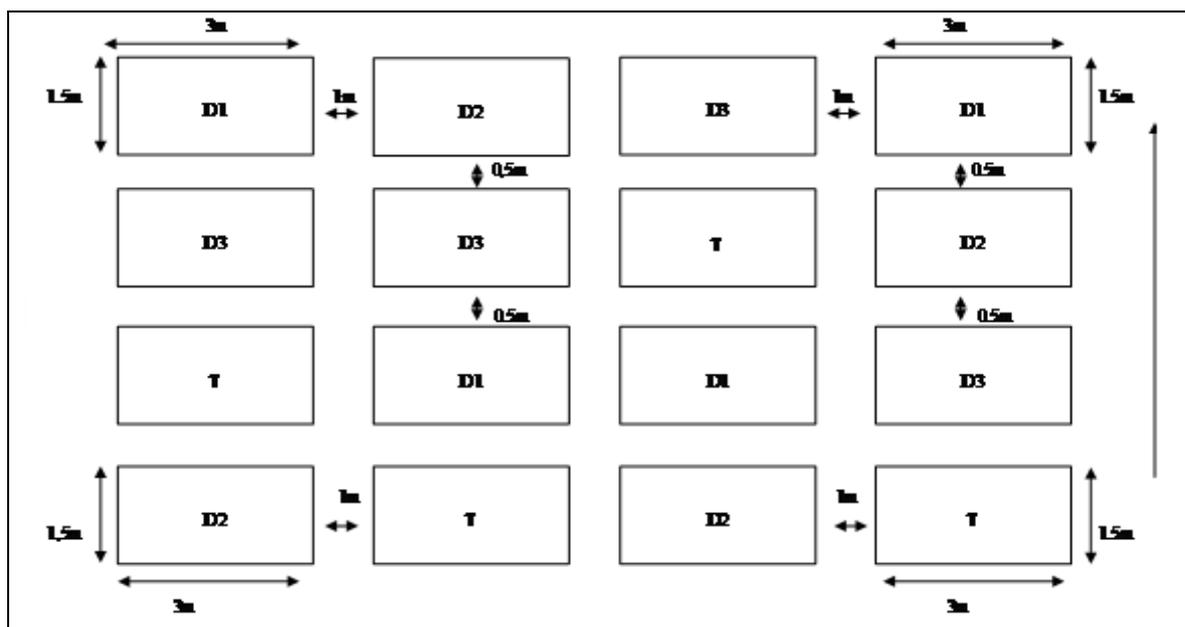


Figure 1. Dispositif expérimentale en randomisation totale. D1 50 kg/ha (23 unités/ha), D2 100 kg/ha (46 unités/ha), D3 150 kg/ha (69 unités/ha) et T le témoin sans apport d'azote.

L'engrais azoté a été apporté manuellement pour les deux apports :

- Premier apport (1/2 dose totale) au stade début tallage (stade A) le 14 /03/2012.
- Deuxième apport (1/2 dose totale) au stade montaison (stade B) le 04/04/2012.

La préparation du sol s'est limitée en un labour profond réalisé au mois de novembre, quelques jours avant le semis à l'aide d'une charrue à soc. Le semis a été effectué le 15 Décembre 2012 par un semoir en ligne à une profondeur de 4 cm. La dose de semis est de 140 kg/ha avec une semence de la catégorie R1.

Le désherbage a été appliqué au stade début tallage le 04/03/2012 par une désherbant systémique le Chevalier avec une dose de 4 kg de matière active/ha.

Une irrigation d'appoint a été réalisée par aspersion avec une fréquence 04 apports au cours de cette campagne, qui a été marquée par un déficit hydrique au cours des mois de décembre à février et vers le remplissage du grain.

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, et la longueur des barbes ont été mesurés et exprimés en cm.

Les composantes du rendement mesurées sont le tallage herbacé et épi estimé par le nombre des talles (herbacé ou épi) par pied, sur un échantillon de 20 pieds pris au hasard pour chaque parcelle élémentaire en tenant compte du maître-brin. La densité épis /m² a été mesurée sur un échantillon de 2 mL et sur trois (03) comptages (en diagonale) le long de chaque parcelle élémentaire soit 6 mètre linéaire par chaque parcelle.

Un échantillon de 10 épis par parcelle élémentaire a permis de mesurer la fertilité épi, le nombre d'épillets par épi, le nombre d'épillets stériles par épi, le nombre des grains par épillets, 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 blé 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.

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 \pm SD. La signification statistique a été à partir $P < 0,05$.

Résultats et discussion

La teneur en chlorophylle des feuilles s'est distinguée par une augmentation dans les doses croissantes d'azote D2, D3, par rapport aux celles de D1 et T (Tableau 1).

Cette augmentation pourrait être attribuée à la localisation de la majorité de l'azote dans les molécules de chlorophylle, ce qui exprime la bonne corrélation entre la teneur de la feuille en chlorophylle et sa teneur en azote (MOUGHLI, 2010).

Les résultats de l'analyse de la variance montrent qu'il existe un effet hautement significatif de l'accroissement des doses d'azote sur les paramètres morphologiques du blé dur.

Tableau 1. Valeurs moyennes ($M \pm SD$) de Teneur en chlorophylle et de paramètres morphologiques chez le blé dur en fonction des différentes doses d'azotes.

	Teneur en chlorophylle (Unité de SPAD)	Surface foliaire (SF mm²)	Hauteur de la plante (cm)	Longueur d'épi (cm)
T	29,58 \pm 1,44	923,9 \pm 62,62	68.88 \pm 2.13	4.55 \pm 0.07
	D	D	C	B
D1	31,73 \pm 0,64	1112 \pm 35,06	75.71 \pm 2.30	4.83 \pm 0.30
	C	C	B	B
D2	37,83 \pm 1,09	1463 \pm 29,84	83.38 \pm 4.43	5.71 \pm 0.14
	B	B	A	A
D3	41,60 \pm 1,25	1623 \pm 115,1	84.71 \pm 4.17	6.02 \pm 0.40
	A	A	A	A
P	$P < 0.0001$ ***	$P < 0.0001$ ***	$P < 0.0001$ ***	$P < 0.0001$ ***
CV	3.204.76	4.124.25		

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 une augmentation hautement significative de la surface foliaire avec l'augmentation des doses d'azote. Ces résultats sont en accord avec ceux de MOSALE et al., (2000) Mosseddaq et Moughli (1999) ; Leclech (2010) qui ont démontré que la surface foliaire est importante à considérer en réponse à l'azote.

Pour la hauteur de la plante, nous avons noté que la dose D3 a été en faveur de ce paramètre avec 84.71 cm contrairement au témoin qui s'est distingué par la taille la plus faible. L'effet de l'azote sur la longueur de l'épi n'apparaît qu'à partir de D2 (100kg/ha). Tandis que D1 (50 kg d'urée/ha) a été proche de celle du témoin non fertilisé.

Ceci démontre que la croissance de la plante a été favorisée par le bon approvisionnement des plantes en azote. GROS (1979) souligne que l'azote agit sur la taille du blé en favorisant l'allongement des entre-nœuds, surtout ceux se trouvant à la base. L'accroissement de l'épi en longueur peut être attribué au bon approvisionnement de la plante en azote au stade épi1 cm, cette phase caractérisée par une intense activité de croissance impliquant la croissance de l'épi (REMY, 1983).

Tableau2. Valeurs moyennes (M±SD) du nombre des talles herbacées et des talles épis du blé dur en fonction des différentes doses d'azotes.

	Talles herbacées / pied	Talles épis / pied
T	1,79 ±0,13 D	1.44 ± 0.06 B
D1	2,24 ±0,11 C	1.61± 0.16 B
D2	2,87±0,09 B	1.99± 0.12 A
D3	3,16 ±0,08 A	2.15± 0.17 A
P	P<0.0001 ***	P<0.0001 ***
CV %	4.83%	7.29%

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.

Le tallage a présenté un effet hautement significatif par rapport à la dose d'azote (tableau 2). Le nombre le plus élevé des talles herbacées a été noté dans la dose D3, pour ensuite diminuer graduellement avec la diminution des doses d'azote. Nos résultats sont en accord avec ceux de MOSEDDAQ et MOUGHLI (1999) ; BENNAI et BENABBAS (2007). GATE (1995) a souligné qu'en dehors des facteurs climatiques, l'azote a un effet majeur sur la montée des talles herbacées.

Le nombre le plus élevé des talles épis a été en faveur des doses D2 et D3, pour ensuite diminuer graduellement avec la diminution des doses d'azote (tableau 3). Nos résultats sont en accord avec ceux de GATE (1995) ; MOSEDDAQ et MOUGHLI (1999) qui ont montré que la fertilisation azotée améliore considérablement le nombre des talles épis, comparativement au témoin non fertilisé.

Pour les composantes du rendement on a observé une densité épis par m² croissante avec l'augmentation des doses d'azote. La densité la plus élevée a été enregistrée dans la dose D3 (388.6 épis/m²), pour ensuite diminuer dans la dose D1 et le témoin T avec un faible taux (277.8 épis/m²) (tableau 3). Nos résultats sont conformes avec ceux de Mosseddaq et Moughli (1999) ; Halilat et Dogar (2000) ; Bennai et Benabbas (2007).

La fertilité de l'épi s'est distinguée par un nombre des épillets fertiles le plus élevé (17.03épillets/épi) avec la dose D3. Le nombre le plus faible est obtenu avec la dose D1 et le témoin. MOSEDDAQ et MOUGHLI (1999) ont montré que le nombre d'épillets potentiels sont obtenus avec des traitements ayant reçu des apports élevés d'azote au stade A. Ceci peut être expliqué par le fait que le nombre d'épillets potentiels par épi se détermine au cours de la phase A-B durant laquelle les besoins en azote de la plante sont élevés.

Le nombre des épillets stériles diminue significativement avec l'accroissement des doses d'azote (tableau 3). Nous avons noté que la stérilité est importante dans le témoin. Un apport réduit (50 kg d'N) ne change pas ce taux. Par ailleurs, l'apport de 100 et 150 Kg d'urée/ha a amélioré considérablement ce paramètre.

La diminution de la stérilité pourrait être due à l'application du deuxième apport d'azote au début de la montaison qui entraîne une amélioration de la fertilité de l'épi (MOSEDDAQ et MOUGHLI, 1999). Cependant un manque d'azote en début de montaison provoque une régression des talles qui cause une diminution du nombre d'épillets fertiles (GATE, 1995).

Le nombre des grains par épillet a été significativement plus élevé dans les doses D2, D3 et diminue significativement dans D1 et le témoin. L'augmentation observée est probablement justifiée par l'intervention de l'azote dans la différenciation des fleurs et la formation des grains. D'après GATE (1995), l'azote intervient

dans la fécondation en diminuant l'avortement des fleurs. MAURER (1978) montre que ce caractère est mis en place au moment de l'induction florale, dès la fin du tallage.

Ceci dit, le nombre des grains par épi augmente avec l'accroissement des apports en azote, cette augmentation n'apparaît qu'à partir de doses significativement élevées (100kg d'urée/ha). Le poids de mille grains a été influencé de façon hautement significative. On note une diminution du PMG avec les doses croissantes d'azote. Nos résultats rejoignent ceux de Mosseddaq et Moughli (1999) qui ont noté une supériorité significative du témoin non fertilisé (49,2 g) par rapport à la dose de 150 Kg N/ha fractionnée différemment entre les stades A et B (43,8g). Un apport précoce de l'azote entraîne un grand nombre de grains par unité de surface et donc une forte compétition pour les assimilats entre les grains. En effet selon GATE (1995) ; GATE et GIBAN (2003) ont constaté que des risques d'échaudage peuvent subvenir au printemps lorsque les céréales d'hiver, rencontre l'élévation brusque de la température ce que ralentit la vitesse de migration des réserves vers le grain.

Tableau 3. Valeurs moyennes (M±SD) des composantes du rendement chez le blé dur en fonction des différentes doses d'azotes.

	Nbre Epis /m ²	Nbre Epillets /épi	Nbre Epillets stériles/épi	Nbre Grains /épillets	Nbre Grains /épi	PMG (g)
T	227.8 ± 21.27 C	14.23 ± 0.56 B	1.17 ± 0.09 A	2.37 ± 0.14 B	33.25 ± 0.01 B	45.66 ± 2.28 A
D1	255.4 ± 32.76 C	15.05 ± 0.42 A	1.12 ± 0.09 B	2.45 ± 0.14 A	35.45 ± 2.38 B	41.47 ± 1.96 B
D2	327.4 ± 36.85 B	16.55 ± 1.10 B	0.57 ± 0.09 A	2.85 ± 0.06 A	46.43 ± 12 B	39.55 ± 1.91 C
D3	388.6 ± 23.97 A	17.03 ± 1.25 A	0.35 ± 0.09 C	2.87 ± 0.06 A	48.55 ± 3.7 A	6.77 ± 2.05 C
P	P < 0.0001 ***	P < 0.003 **	P < 0.0001 ***	P < 0.0001 ***	P < 0.0001 ***	P < 0.0004 ***
CV %	9.89%	5.20%	12.45%	4.34%	5.04%	5.04%

Nbre : Nombre ; PMG : poids de mille grains. 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.

L'effet du niveau d'apport d'azote a marqué considérablement les rendements biologiques, en grains et en paille. L'analyse statistique montre que les doses d'azote 150 et 100 kg offre significativement les meilleurs rendements alors que la dose 50kg d'urée/ha ne change rien et semble être identique au témoin (tableau 3).

Tableau 4. Valeurs moyennes (M±SD) de la biomasse aérienne, du rendement en paille et en grains chez le blé dur en fonction des différentes doses d'azotes.

	Biomasse aériennes (q/ha)	Rendement en pailles (q/ha)	Rendement en grains (q/ha)
T	67.00 ± 6,14 C	27.97 ± 2.40 C	22.30 ± 0.62 C
D1	69.13 ± 7.56 C	30.89 ± 3.97 C	23.82 ± 0.47 C
D2	88.35 ± 4.44 B	38.77 ± 3.88 B	28.90 ± 0.71 B
D3	104.3 ± 2.40 A	48.00 ± 3.24 A	33.82 ± 1.37 A
P	P < 0.0001 ***	P < 0.0001 ***	P < 0.0001 ***
CV%	6.86%	9.55%	2.84%

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 une augmentation significative de la biomasse aérienne avec les doses croissantes de l'azote, soit un gain de 37q/ha a été enregistré dans la dose D3 par apport au témoin non fertilisé. Le même résultat est noté pour le rendement en paille avec un gain de 20.03 q/ha. Selon GATE (1995), pour obtenir une biomasse élevée, il faut mobiliser d'importantes quantités d'azote, puisque une déficience nutritionnelle aura une incidence très pénalisante sur la biomasse aérienne à maturité. GATE (1995) qui a obtenue une plus importante accumulation de la matière sèche dans la partie aérienne après avoir doublé la dose d'azote.

Le rendement en grains a été le plus bas chez le témoin avec 22.30 q/ha, contrairement à la dose D3 qui s'est distinguée par un rendement de 33.82 q/ha soit un gain de 11.52 q/ha. Le rendement est lié à plusieurs paramètres à savoir ses composantes. Ces dernières en été favorisé par l'apport d'azote à l'exception du poids de mille grains. En effet, BAHLOULI et al., (2008) soulignent que, l'expression d'un rendement élevé est associée positivement à un nombre d'épis par m², aux nombres de grains par m² et de la fertilité des épis mais négativement liée au poids de mille grains. Ce qui est constaté au cours de notre expérimentation.

Conclusion

Au terme de cette étude et à travers les résultats obtenus, nous avons pu déduire que les doses croissantes d'azote ont améliorés significativement les paramètres morphologiques du blé dur, à savoir la surface foliaire, la hauteur de la plante et la longueur de l'épi. De même la teneur en chlorophylle à été augmentée par cet accroissement d'azote.

Les composantes du rendement ont répondu favorablement à l'apport d'azote à l'exception du poids de mille grains dont l'excès d'azote l'a réduit considérablement. Par ailleurs la fertilité, à savoir le nombre des épillets/épi, la stérilité et le nombre de grains/épi ont été améliorés ce ci pour les deux espèces.

Enfin, la détermination du rendement espéré reste délicate à entreprendre. Son amélioration repose sur une étude approfondie du milieu et de son environnement. Néanmoins, la technicité de l'agriculteur et la conduite de la culture peuvent réduire considérablement les écarts qui existent entre les objectifs et les réalisations.

Références bibliographiques

ADA., 2011- Augmenter l'efficacité de l'azote. Une nécessité environnementale et économique. Azote Facilement Assimilables, Brochure, pp : 1-12. WWW.azote.info.

BAHLOULI F., BOUZERZOUR H. et BENMAHAMMED A., " Effets de la vitesse et de la durée du remplissage du grain ainsi que de l'accumulation des assimilats de la tige dans l'élaboration du rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions de culture des hautes plaines orientales d'Algérie", *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 12 (1), 2008, pp: 31-39.

BENNAI M. et BENABBAS B.,"L'amélioration des rendements des céréales par une fertilisation adaptée aux conditions pédoclimatiques algériennes", 2007, pp :1-37.

BOUFENAR-ZAGHOUE F. et ZAGHOUE O., *Guide des principales variétés de céréales à pailles en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine)*. Ed. I.T.G.C. Alger, 1^{ère} édition, 2006, 154p.

DJERMOUN A.,"La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques", *Revue Nature et Technologie*,(1), 2009, pp: 46-52.

GATE P. et GIBAN M., *Stades du blé*. Ed. Lavoisier, ITCF,2003,68p.

GATE P., *Ecophysiologie du blé: De la plante à la culture*. I.T.C.F., Ed. Lavoisier,1995, 429p.

KOLAI T.,Climat et dysfonctionnement des agro-systèmes céréalier cas des wilayas Sétif, Bordj bou arreiridj et Mila. Univ. Blida, Mém., Magister, 2008, 102p.

LECLECH N., "Stratégies de fertilisation des cultures en Lorraine :Rendez-vous technique et agronomique des Missions de Recyclage Agricole des Boues", *Chambre d'agriculture*, 2010, pp : 1-79.

MOSALE M.E., ZAHARAN M., EL-MENOFI M.M. et MOUSSA A.M.,"effect of nitrogen fertilisation levels on some wheat cultivars",*Options Méditerranéennes, Série A*, (50), 2000, 268-872.

MOSEDDAQ F. et MOUGHLI L.,"Fertilisation azotée des céréales: Cas des blés en Bour et en irrigué",*Transfert de technologie en agriculture*, (62), 1999, 1- 4.

MOUGHLI L.,"Analyses végétales :pour une optimisation dynamique des apports de l'azote",*Agriculture du Maghreb Mars 2010*, (42) : 66-70.

SOLTNER D.,*Les grandes productions végétales. Ed. Les collections sciences et techniques agricoles*, 19^{ème} édition, 464p.