

Réponse des variétés contrastées de blé dur (*Triticum durum* Desf.) à la date d'implantation sous semis direct en milieu semi-aride

Chennafi H., Makhlouf M., Ayadi A.L.

in

Bouzerzour H. (ed.), Irekti H. (ed.), Vadon B. (ed.).
4. Rencontres Méditerranéennes du Semis Direct

Zaragoza : CIHEAM / ATU-PAM / INRAA / ITGC / FERT
Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 96

2011
pages 63-70

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=801419>

To cite this article / Pour citer cet article

Chennafi H., Makhlouf M., Ayadi A.L. **Réponse des variétés contrastées de blé dur (*Triticum durum* Desf.) à la date d'implantation sous semis direct en milieu semi-aride.** In : Bouzerzour H. (ed.), Irekti H. (ed.), Vadon B. (ed.). 4. *Rencontres Méditerranéennes du Semis Direct*. Zaragoza : CIHEAM / ATU-PAM / INRAA / ITGC / FERT, 2011. p. 63-70 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 96)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Réponse des variétés contrastées de blé dur (*Triticum durum* Desf.) à la date d'implantation sous semis direct en milieu semi-aride

H. Chennafi*, M. Makhlouf** et A.L. Ayadi*

*Laboratoire VRBN, Dépt. Sci. Agron. Fac. SNV, Université Ferhat Abbas, Sétif 19000 (Algérie)

**Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC), B.P 03, Sétif 19000 (Algérie)

e-mail : h_chennafi@yahoo.fr

Résumé. Deux variétés de blé dur, Waha et MBB, ont été conduites en semis direct à trois dates de semis au cours de la campagne 2008/2009, sur le site de l'Institut Technique des Grandes Cultures de Sétif. Les semis ont été réalisés les 23 novembre, 27 décembre et 19 janvier. Les résultats indiquent que le cultivar Waha, avec $11,8 \text{ q ha}^{-1}$, produit significativement plus que le cultivar MBB qui réalise $5,7 \text{ q ha}^{-1}$. L'effet moyen date de semis indique, qu'avec $11,4 \text{ q ha}^{-1}$, le semis de novembre est plus productif, le gain relatif est de 39,5 et 68,7% relativement aux semis de décembre et janvier. Ces résultats s'expliquent par plus d'humidité du sol utilisée par le semis précoce, qui est de 16,2% et 12,8% par rapport à l'humidité enregistrée sur les semis de décembre et de janvier, dans l'horizon 0-40 cm. L'absence d'interaction date de semis x cultivar suggère qu'en milieu semi-aride le semis précoce est avantageux en semis direct, aussi bien pour les variétés à cycle long qu'à cycle court.

Mots-clés. Blé dur – Semis direct – Dates de semis – Humidité – Rendement.

Response of contrasted durum wheat (*Triticum durum* Desf.) varieties to the planting date under direct drilling in a semi arid environment

Abstract. Two durum wheat varieties, Waha and MBB, were planted at three sowing dates under direct drilling during the 2008/2009 cropping year, at the Field Crop Institute experimental site of Setif. Plantings were made on 23 November, December 27 and January 19. The results indicated that the cultivar Waha, with 11.8 q ha^{-1} , produced significantly more than the cultivar MBB which yielded 5.7 q ha^{-1} . The average effect of sowing date indicates that November planting, with 11.4 q ha^{-1} , is more productive with a relative gain of 39.5 and 68.7% over December and January seedlings. These results were explained by more soil moisture used by the early planting, which was 16.2% and 12.8% relative more than humidity measured on December and January plantings, in the horizon 0-40 cm. The lack of interaction cultivar x sowing date suggests that under semi arid environment, early planting is advantageous under direct drilling, for both long and short cycle varieties.

Keywords. Durum wheat – Direct sowing – Date seeding moisture – Yield.

I – Introduction

Le recours aux importations massives pèse sur l'économie de l'État. En effet l'Algérie importe chaque année près de 6,5 millions de tonnes de céréales (CIC, 2009). Le potentiel de production de céréales, en pluvial, sous climat méditerranéen, est très limité (López-Bellido, 1992 ; Tavakkoli et Oweis, 2004). Les Hauts Plateaux Sétifiens ont été, sont, et sans doute resteront encore longtemps une zone privilégiée pour la production des céréales. Le climat, très variable, de cette région constitue un facteur limitant à l'augmentation des rendements, surtout en fin de cycle de la culture de la céréale (Bouzerzour *et al.*, 2002 ; Chennafi *et al.*, 2008a). En dehors de l'irrigation d'appoint ou déficitaire, la recherche d'itinéraires techniques et de géotypes qui s'adaptent mieux à ces conditions constitue une alternative qui est à même d'améliorer les rendements (Chennafi *et al.*, 2008b).

La production actuelle des céréales en Algérie ne couvre que partiellement les besoins de la population. Dans ce contexte, l'adoption de l'agriculture de conservation, associée à l'utilisation de variétés adaptées et à une implantation optimale, contribuent certainement à l'amélioration des rendements tout en préservant le capital sol et l'environnement (Ortega *et al.*, 2002). Sous conduite conventionnelle, Bouzerzour et Monneveux (1992) mentionnent l'avantage des semis précoces sur le rendement de la céréale. Avec l'adoption de la technique du semis direct qui permet des interventions sur des sols relativement plus humides, les agriculteurs auront tendance à semer plus tardivement, une fois les premières pluies enregistrées. Est-ce que le semis tardif n'affecte pas le rendement ? La réponse à cette question fait l'objet de la présente étude qui a été conduite pour évaluer la réponse à la date de semis de deux types de variétés de blé dur qui diffèrent pour la durée du cycle.

II – Matériel et méthodes

1. Caractéristiques du site expérimental et conditions climatiques

L'expérimentation a été conduite au cours de la campagne 2008/2009, sur le site de la Station Expérimentale Agricole de l'Institut Technique des Grandes Cultures de Sétif, situé à 4 km, au Sud-Ouest de la ville de Sétif. L'Oued Bousselem se longe dans une direction Nord-Sud-Ouest en traversant le site situé à une altitude de 1081m. Le site expérimental appartient à l'étage bioclimatique semi-aride, à caractère continental. Les sols de la station sont en grande partie des sols carbonatés, de la catégorie des sols steppiques, de faible profondeur, généralement pauvres en matière organique. Ce type de sols est sensible à la dégradation, justifiant les pratiques culturales de conservation pour améliorer la capacité de rétention en eau et la fertilité. La campagne 2008/2009 a été caractérisée par une température moyenne de l'air variant de 22,7°C pour le mois de juin à 4,9°C pour février. Les valeurs absolues, minimale et maximale, relevées en février et juin, sont de - 0,3 et 31,2 °C (Fig. 1). Le cumul des précipitations, de septembre à juin, est de 396,9 mm. La période automnale qui coïncide avec la mise en place de la culture de blé, de septembre à novembre, a reçu 32,8 % du total des précipitations. Les saisons hivernale et printanière ont enregistré, respectivement, 36,7 et 29,5%. Le mois le plus pluvieux est avril, avec 79,1 mm. Des niveaux de 4,9 et 4,7 mm ont été enregistrés au cours des mois de mai et juin (Fig. 1).

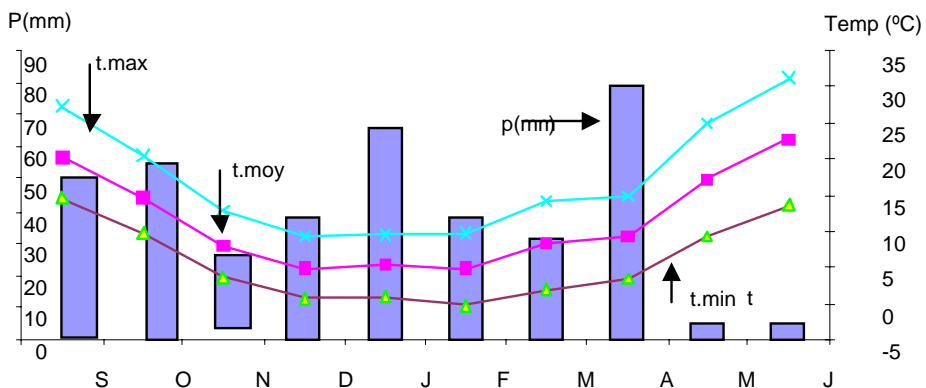


Fig. 1. Températures maximales, moyennes et minimales et précipitations enregistrées au cours de la campagne 2008/09 sur le site expérimental ITGC de Sétif.

2. Dispositif expérimental

Le matériel végétal utilisé est constitué de deux variétés contrastées de blé dur (*Triticum durum* Desf.), Waha et Mohamed Ben Bachir (MBB). Waha est une variété améliorée, à chaume et cycle courts et MBB est une variété locale, à paille haute et à cycle végétatif relativement long. Les deux variétés, combinées à trois dates de semis, ont été semées dans un dispositif en blocs complètement randomisés, aménagé en split-plot, avec trois répétitions, sur un précédent jachère. Les variétés occupent les grandes parcelles et les dates de semis, les parcelles élémentaires de dimensions 40 m x 3 m, soit 120 m². Après traitement de la parcelle avec 2,5 l ha⁻¹ de Glyphos, dosant 360 g l⁻¹ de Glyphosate, le semis direct a été réalisé avec un semoir expérimental de type Semeato, à une densité de 300 graines m². Les dates de semis étudiées sont les semis des mi-novembre, mi-décembre et mi-janvier, et appelées ci-après D1, D2 et D3, respectivement. L'expérimentation a reçu 100 kg ha⁻¹ d'engrais phosphaté 46%, l'apport de l'engrais est combiné avec le semis. L'engrais azoté a été apporté le 24 du mois de mars sous forme de Sulfazot (26% N + 12% de Sulfate), à raison de 120 kg ha⁻¹. Le désherbage de post-levée a été réalisé avec du GrandStar (Méthyle tribuneron) à une dose de 15 g ha⁻¹. L'expérimentation a été récoltée mécaniquement à la fin du mois de juin 2009 avec une moissonneuse-batteuse expérimentale de marque Hegge.

3. Mesures et analyse des données

Les mesures ont porté sur les caractères agronomiques de la plante et l'évolution de l'humidité des horizons du sol de 0-20, 20-30 et 30-40 cm, aux stades végétatifs levée, montaison et épiaison. Pour ce faire, à maturité des bottillons de végétation ont été récoltés pour déterminer le nombre d'épis par m², la biomasse aérienne accumulée, et le poids de 1000 grains. La hauteur de la plante a été mesurée sur champ, et le rendement grain a été déterminé à partir de la récolte mécanique de l'essai. La durée des phases végétatives a été comptée en jours calendaires à partir de la date de semis. L'humidité du sol a été déterminée sur des échantillons prélevés à la tarière et qui ont été séchés à l'étuve à 105°C pendant 24 heures. L'humidité est estimée par : $H(\%) = 100(PF-PS)/PS$ selon Ollier et Poirée (1981) avec H% = taux d'humidité en % du poids du sol sec, PF= poids humide du sol avant passage à l'étuve et PS= poids sec du sol après passage à l'étuve. Les données collectées ont été analysées avec le logiciel Statitcf (1991).

III – Résultats et discussion

1. Durée des différentes phases végétatives

Le semis précoce gagne 50 jours de plus du point de vue durée du cycle relativement au semis tardif de janvier, en moyenne des deux génotypes (Tableau 1). La culture dispose de ce fait de plus de temps pour valoriser les conditions offertes par le milieu, et ceci uniquement en absence de facteurs limitants. En moyenne des trois dates de semis, le cultivar Waha présente un cycle végétatif plus court de 7 jours, comparativement à celui MBB. Cette différence se manifeste surtout au cours de la phase levée-épiaison. Les deux variétés présentent pratiquement la même durée pour la phase de remplissage du grain, avec un décalage dans le temps : Waha mûrit plus tôt que MBB. Ces résultats corroborent ceux de Decau (1985) qui mentionne que la durée du cycle de la culture du blé décroît pour les semis tardifs.

2. Elaboration du rendement

L'analyse de la variance indique un effet moyen génotype et date de semis significatif pour le nombre de grains par épi, la hauteur du chaume, et les rendements grain et paille. Cet effet n'est pas significatif pour le nombre d'épis et le poids de 1000 grains (Tableau 2). L'interaction

génotype x date de semis n'est pas significative uniquement pour le poids de 1000 grains. Une interaction significative suggère que l'expression des valeurs prises par les différents caractères mesurés varie en fonction du génotype et de la date de semis. S'il n'y a pas de différence significative entre variétés pour la production des épis par m², Waha se distingue par un nombre de grains par épi et un rendement grain significativement plus élevés que ceux de MBB. MBB se démarque, par contre, par une production de paille et une hauteur de chaume significativement plus élevées que celles de Waha (Tableau 3). L'effet moyen date de semis montre l'avantage du semis de la mi-novembre pour le nombre de grains par épi, le rendement grain, la paille produite et la hauteur du chaume. Oweis et Hachum (2001) considèrent que la date optimale de semis, pour obtenir un haut rendement de blé, en conditions pluviales méditerranéennes, est autour de la mi-novembre.

Tableau 1. Durée moyenne des phases végétatives en fonction la date de semis et de la variété

Variété	Semis	Durée (j)			
		Semis-levée	Lev.-épiaison	Epi.-maturité	Cycle
Waha	D1	28	140	39	207
	D2	34	114	28	176
	D3	26	108	21	155
	Moyenne	29,3	120,7	29,3	179,3
MBB	D1	30	149	35	214
	D2	35	117	31	183
	D3	29	110	23	162
	Moyenne	31,3	125,3	29,7	186,3

Tableau 2. Carré moyen de l'analyse de la variance du rendement en grain et ses composantes, pour waha et MBB, conduites à trois dates de semis direct. Campagne 2008/2009

Source	Ddl	NE	NGE	PMG	HT	RDT	Paille
Génotype (G)	1	1334,7 ^{ns}	116,1 [*]	8,8 ^{ns}	938,89 ^{**}	164,05 ^{**}	89,87 [*]
Erreur a	2	1842,3	5,2	2,7	11,06	1,63	3,02
Dates de semis (D)	2	2950,1 ^{ns}	55,4 ^{**}	5,9 ^{ns}	395,17 [*]	33,90 ^{**}	25,11 [*]
G X D	2	6337,7 [*]	25,7 [*]	1,8 ^{ns}	466,06 ^{**}	3,89 [*]	22,19 [*]
Erreur b	8	999,8	5,1	4,4	48,78	0,89	3,18

ns, *, ** = Effets non significatif, significatif au seuil de 5% et 1% respectivement ; NE = nombre d'épis/m² ; NGE = nombre de grains par épi ; PMG = poids de mille grains ; RDT = rendement grain ; HT = hauteur de la plante ; Paille = paille produite.

Zamani et Nasserri (2008) considèrent que les semis précoces valorisent le rendement grain du blé. L'interaction significative du nombre d'épis indique que Waha produit plus d'épis m⁻², lors du semis de la mi-décembre ; alors que MBB extériorise le nombre d'épis le plus élevé lors du semis de la mi-novembre (Tableau 3). Ces résultats indiquent la présence d'un facteur limitant l'expression du nombre d'épis m⁻² du cultivar Waha en semis de la mi-novembre. La sensibilité de cette variété au froid hivernal pourrait expliquer un tel comportement, comme le mentionnent Mekhlouf *et al.*, (2006). Quelle que soit la date de semis, le nombre de grains par épi ainsi que le rendement grain de Waha restent plus élevés que ceux de MBB, avec cependant une réduction plus importante notée chez Waha, entre le semis de la mi-novembre et celui de la mi-décembre, plus élevée que celle observée chez MBB, ce qui explique la présence de l'interaction. Cette réduction plus importante suggère la sensibilité de Waha à la date de semis,

pour le rendement et le nombre de grains par épi. Le poids 1000 grains réalisé par les deux génotypes est de 31,14 g pour Waha et 29,74 g pour MBB. La variation de la production de paille et de la hauteur du chaume montre que MBB présente une moindre sensibilité à la date de semis pour ces caractéristiques comparativement à Waha qui se montre plus sensible.

Ces résultats montrent des différences significatives pour le rendement grain des deux variétés. Waha, variété à cycle court, se montre plus performante et plus sensible à la date de semis que le cultivar MBB qui se comporte comme une variété à faible potentiel mais rustique. Les résultats obtenus sur le rendement grain sont similaires à ceux trouvés par Klein *et al.* (2002) avec 6,01 q ha⁻¹ pour le blé. Des valeurs supérieures de 25,79 à 26,88 q ha⁻¹ ont été relevées par Peterson *et al.* (1996) et par López-Bellido *et al.* (2007). La réalisation de hauts rendements par la culture de blé requiert des cultivars performants (Passioura, 2006). Richards *et al.* (2002) soulignent que les cultivars de blé dont le potentiel génétique est caractérisé par une précocité, produisent plus de grains. Tewolde *et al.* (2007) mentionnent que les cultivars à épiaison précoce sont plus productifs que les cultivars de blé qui se caractérisent par une épiaison tardive. Ainsi, Waha réalise tôt ses phases de croissance en utilisant l'eau disponible et échappe au stress hydrique tardif. Selon Turner (2004) le potentiel des nouveaux cultivars valorise le rendement et l'efficacité d'utilisation de l'eau des précipitations sous l'adoption des procédures agronomiques de labour minimum, de fertilisation appropriée, plantation opportune, et de gamme optionnelle de rotation. Néanmoins, le cultivar MBB à cycle long se caractérise par une production de paille élevée. Ce qui ne manque pas d'intérêt dans un système dont l'objectif est d'améliorer la fertilité du sol, en utilisant les résidus de récolte.

Tableau 3. Moyennes des caractères mesurés des deux variétés et des trois dates de semis

		NE	NGE	PMG	RDT	Paille	HT		
Effet moyen génotype (G)									
	Waha	233,9	14,8	31,1	11,8	19,7	51,1		
	MBB	251,1	9,7	29,7	5,7	24,2	65,5		
	Ppds _{5%}	102,7	5,5	3,3	3,1	2,1	4,2		
Effet moyen date de semis (D)									
	D1	243,2	15,3	31,7	11,4	23,8	59,2		
	D2	264,3	9,2	29,8	8,1	19,8	66,0		
	D3	220,0	12,3	29,9	6,7	22,3	49,9		
	Ppds _{5%}	37,9	2,4	2,8	1,1	1,9	7,5		
Interaction G x D									
	Waha	x	D1	198,3	20,2	32,3	15,3	23,3	58,0
			D2	265,3	10,6	31,0	11,0	17,9	48,7
			D3	238,0	13,5	30,0	9,1	18,0	46,7
	MBB	x	D1	288,0	10,4	31,2	7,5	24,3	60,3
			D2	263,3	7,8	28,6	5,3	21,6	83,3
			D3	202,0	11,0	29,8	4,4	26,6	53,0
			Ppds _{5%}	33,9	2,4	2,8	1,1	1,9	7,5

NE = nombre d'épis/m² ; NGE = nombre de grains par épi ; PMG = poids de mille grains (g) ; RDT = rendement grain (q/ha) ; Paille = paille produite (q/ha) ; HT = hauteur de la plante (cm).

3. Evolution de l'humidité du sol

L'analyse de la variance indique un effet date de semis significatif. L'interaction n'est significative que pour l'humidité relevée au stade montaison, à la profondeur de 30 cm. A la

levée, l'humidité moyenne est de 17,56, 17,64 et 18,57% respectivement à la profondeur 0-20, 20-30 et 30-40 cm. A la montaison, l'humidité moyenne relevée est de 12,68, 12,63 et 13,66%, pour les trois horizons ci-dessus cités. A l'épiaison, l'humidité atteint des valeurs plus faibles (Fig. 2). Le résultat indique que l'humidité est plus disponible sur 30-40 cm que sur 0-30 cm et que Waha extrait plus d'humidité disponible dans son profil cultural que MBB (Fig. 2). Ce qui explique que la culture du blé puise plus d'eau sur la tranche de 0-30 cm pour réaliser plus tôt ses phases végétatives. De plus la plus grande masse racinaire se localise à 20 cm de la surface du sol (Zi-Zhen *et al.*, 2004). Waha a une masse racinaire qui se distingue par sa dominance sur 0-30 cm quel que soit le stade végétatif (Chennafi, 2007). Au stade montaison à 40 cm de profondeur, le semis de la mi-novembre accumule un plus de 16,22% et 12,77% d'humidité en comparaison des semis de la mi-décembre et la mi-janvier, respectivement (Fig. 3). Selon Eastham et Gregory (2000) en environnement méditerranéen, les semis précoces du blé engendrent d'appréciables rendements et efficacité d'utilisation de l'eau pluviale. Les résultats indiquent qu'au cours de la montaison, la plante est stressée. Gate *et al.* (2003) considèrent que c'est à la montaison que le nombre le plus important de racines nodales se développe. Dès le début montaison, les racines atteignent 90% de leur profondeur finale. Entre les stades montaison et épiaison le poids maximal racinaire de Waha est atteint (Chennafi, 2007). Cette période est exigeante en eau et préalablement Waha extrait plus d'humidité que MBB. Le manque d'eau pour le blé au cours de cette période a des effets néfastes sur le rendement final. Chennafi *et al.* (2008b) notent que la baisse de rendement final de la culture de céréale est liée au stade d'avènement et au degré du stress hydrique survenant au cours d'une phase donnée de la culture du blé. Ainsi, pour réduire l'effet de forte évapotranspiration, la plante consacre une part importante de son activité à transpirer (Grandcourt et Prat., 1971).

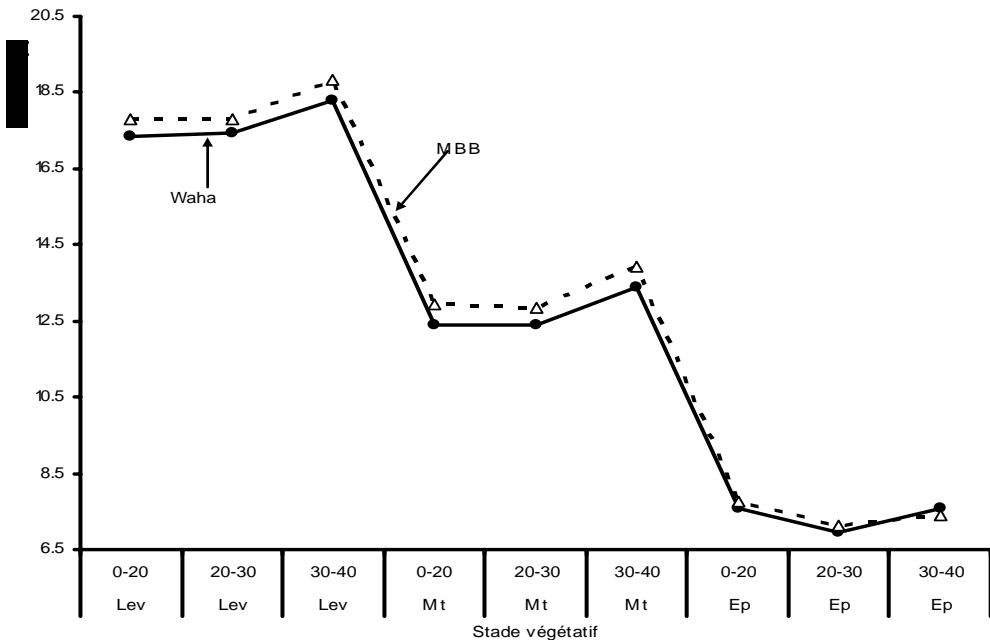


Fig. 2. Variation du taux d'humidité en fonction des profondeurs et de la variété aux stades levée, montaison et épiaison (moyennes des trois dates de semis).

Les résultats de la présente étude révèlent que le taux d'humidité disponible aux stades

végétatifs de la culture du blé est fonction de la date de sa mise en place. Cependant, pour les trois dates, l'humidité disponible à partir du stade de la montaison est faible. Cette situation traduit les conséquences des conditions du milieu des hauts plateaux sétifiens, sur le manque d'eau en arrière-cycle de la culture du blé et ses effets sur la plante. Le taux d'humidité en fonction de la profondeur du profil cultural révèle que c'est sur la profondeur de 0-20 et 20-30 cm que se font les prélèvements.

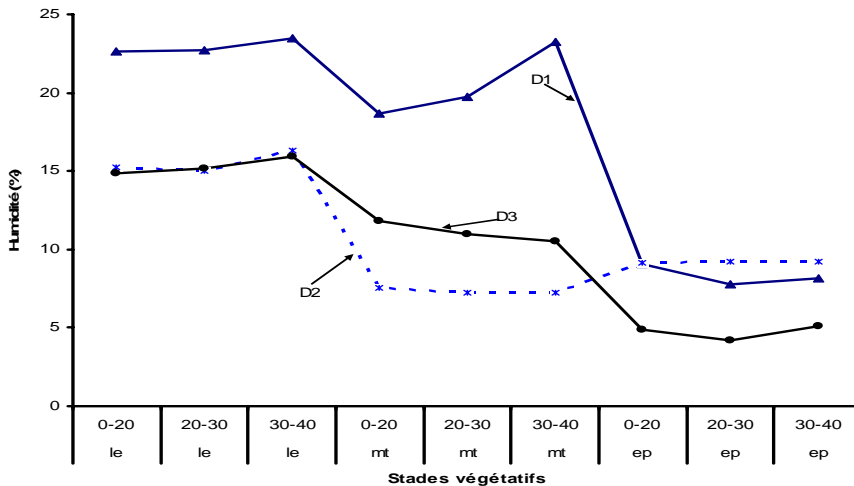


Fig. 3. Variation du taux d'humidité en fonction des profondeurs et des dates de semis aux stades levée (le), montaison (mt) et épiaison (ep) (moyenne des deux variétés).

IV – Conclusion

Les résultats de la présente étude révèlent que le cultivar amélioré Waha produit plus que MBB. Le semis de la mi-novembre (précoce) produit significativement plus et pour les deux variétés. Des pertes de rendement grain estimées à 39,5 et 68,7% sont observées pour des semis réalisés à la mi-décembre et à la mi-janvier. La variation de l'humidité du sol est liée à la date de semis. Le semis précoce de la mi-novembre accumule un supplément d'humidité de 16,22% et 12,77% en comparaison des semis des mi-décembre et mi-janvier. Les procédures agronomiques appropriées valorisent le potentiel des cultivars performants par d'appréciables rendements et efficacité de l'utilisation de l'eau de pluie.

Remerciements

Nous remercions le Professeur Bouzerzour Hamenna, pour ses instructions scientifiques pour l'élaboration de l'article.

Références

- Bouzerzour H., Benmahammed A., Benkharbache A. et Hassous A., 2002.** Contribution des nouvelles obtentions à l'amélioration et à la stabilité du rendement d'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zone semi-aride d'altitude. Dans : *Revue Recherche Agronomique de l'INRAA*, 10, pp. 45-58.
- Bouzerzour H. et Monneveux P., 1992.** Analyse des facteurs de stabilité du rendement de l'orge dans les conditions des hauts plateaux algériens. Dans : *Séminaire sur la tolérance à la sécheresse, INRA France, les Colloques*, 64, pp. 205-215.

- Chennafi H., 2007.** Stratégie de gestion des apports d'eau limités sur la culture du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en milieu semi-aride. Thèse de doctorat d'Etat. INA. El-Harach. Alger. 109 p.
- Chennafi H., Bouzerzour H., Aidaoui A. et Chenafi A., 2008a.** Positionnement des exigences en eau de la culture du blé dur avec l'avènement du déficit climatique en milieu semi-aride des Hautes Plaines Sétifiennes (Algérie). Dans : *Proceedings of the 5th International Conference on Land Degradation*. Valenzano, Bari, Italy, 18-22 September 2008, pp. 59-62.
- Chennafi H., Bouzerzour H., Saci A., et Chenafi A., 2008b.** La pratique des façons culturales sur la culture du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en environnement semi-aride. Dans : *Proceedings of the 5th International Conference on Land Degradation*. Valenzano, Bari, Italy, 18-22 September 2008, pp. 63-67.
- CIC, 2007.** Rapport sur les perspectives du marché. *Situation et perspectives, V. 1, N.1.*, 14 p.
- Grandcourt C. et Prats J., 1971.** *Les cereales*. 2^{ème} Ed. Paris : Ballaird et Fils. 350 p.
- Decaud J., Meziani L. et Pujol B., 1985.** Kinetics of leaf development of a winter wheat during tillering according to sowing date. Dans : *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 3, pp. 865-868.
- Gate P., Giban M., Blondlot A., Braun P., Couleau G., Jouy L., Laurent F., Lutton A. et Vignier L., 2003.** *Stades du blé*. ITCF. Ed. Lavoisier, 68 pages.
- Eastham J. et Gregory P.J., 2000.** The influence of crop management on the water balance of lupin and wheat crops on a layered soil in a Mediterranean climate. Dans : *Plant and soil*, 221, pp. 239-251.
- Klein J.D., Mufradi I., Cohen S., Hebbe Y., Asido S., Dolgin B. et Bonfil D.J., 2002.** Establishment of wheat seedlings after early sowing and germination in an arid Mediterranean environment. Dans : *Agron. J.*, 94, pp. 585-593.
- López-Bellido L., 1992.** Mediterranean cropping systems. Dans : *Ecosystems of the world*, 18, pp. 311-356.
- López-Bellido R.J., López-Bellido L., Benítez-Vega J. et López-Bellido F.J., 2007.** Tillage system, preceding crop, and nitrogen fertilizer in wheat crop : II. Water utilisation. Dans : *Agron.J.*, 99, pp. 66-72.
- Mekhlouf A., Bouzerzour H., Ammar Benmahammed A., Hadj Sahraoui A. et Harkati N., 2006.** Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) au climat semi-aride. Dans : *Sécheresse*, 17, pp. 507-513.
- Ollier C. et Poirée M., 1981.** *Irrigation, les réseaux d'irrigation : théorie, technique et économie des arrosages*. 5^{ème} Ed. Erolles. Paris, 503 p.
- Ortega A.L., Sayre K.D. et Francis C.A., 2002.** Soil attributes in a furrow-irrigated bed planting system in northwest Mexico. Dans : *Soil and Tillage Research*, 63, pp. 123-132.
- Oweis T. et Hacum A., 2001.** Reducing peak supplemental irrigation demand by extending sowing dates. Dans : *Agric. Water Manag.*, 50, pp. 109-123.
- Passioura J., 2006.** Increasing crop productivity when water is scarce from breeding to field management. Dans : *Agricultural Water Management*, 80, pp. 176-196.
- Peterson G.A., Schlegel A.J., Tanaka D.L. et Jones O.R., 1996.** Precipitation use efficiency as affected by cropping and tillage systems. Dans : *J. Prod. Agric.*, 9, pp.180-186.
- Richards R.A., Rebetzke G.J., Condon A.G. et Van Herwaarden A.F., 2002.** Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. Dans : *Crop Sc.* 42, pp. 111-121.
- Tavakkoli A.R. et Oweis T., 2004.** The role of supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the highlands of Iran. Dans : *Agricultural Water Management*, 65, pp. 225-236.
- Thewold H., Fernández C.J. et Erickson C.A., 2006.** Wheat cultivars adapted to post-heading high temperature stress. Dans : *J. Agronomy & Crop Science*, 192, pp. 111-120.
- Turner N.C., 2004.** Agronomic options for improving rainfall-use efficiency of crops in dryland farming systems. Dans : *J. Experimental Botany*, 55, pp. 2413-2425.
- Zamani A.S. et Nasserli A., 2008.** Response of dryland wheat production and precipitation water productivity to planting date. Dans : *Asian J. of Plant Sci.* 7 : 323-326
- Zi-Zhen L., Wei-De L. et Wen-Long L., 2004.** Dry-period irrigation and fertilizer application affect water use and yield of spring wheat in semi-arid regions. Dans : *Agricultural Water Management*, 65, pp. 133-143.