

VIGUEUR DE CROISSANCE, TRANSLOCATION ET RENDEMENT EN GRAINS DU BLE DUR (*TRITICUM DURUM* DESF) SOUS CONDITIONS SEMI ARIDES

Belkharouché¹ H., S. Fellah², H. Bouzerzour³, A. Benmahammed³ et N.Chellal⁴

¹ CRSTRA, Biskra ; ² INSID Oum El Bouaghi ; ³ UFAS, Sétif ; ⁴ ITGC de Sétif

RESUME

La présente expérimentation a été conduite au cours de l'année universitaire 2006/2007, sur le site de la station ITGC de Sétif avec neuf génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.), Boussalam/Ofanto, Boussalam/MBB, Waha, Waha/ MBB, Waha/Ofanto, Safa, Boussalam/Ofanto et MBB dans un dispositif en blocs complètement randomisés avec trois répétitions. Les mesures ont porté sur l'accumulation de la biomasse aérienne, la hauteur de la plante, la structure foliaire, le rendement et ses composantes et la contribution de la translocation des hydrates de carbone au remplissage du grain. Les résultats obtenus indiquent un effet date et une interaction date x génotype significatifs pour les caractéristiques mesurées sur plusieurs dates au cours du cycle. Ces caractéristiques ont conduit à la classification des différents génotypes étudiés en trois groupes divergents qui diffèrent surtout pour le rendement, la fertilité et le poids de l'épi, la capacité de remobilisation des assimilats stockés dans la tige et le poids spécifique foliaire. L'expression d'un meilleur rendement est notée chez Boussalam/MBB qui se distingue par une capacité de translocation plutôt intermédiaire, indice que sous les conditions favorables de fin de cycle comme celles de la présente campagne, l'essentiel du rendement en grains vient surtout de l'activité photosynthétique qui a eu lieu au cours de la pré anthèse.

MOTS CLES : Blé dur, rendement, translocation, classification, biomasse, hauteur, structure foliaire.

SUMMARY

The present investigation was conducted during the 2006/2007 academic year, on the experimental site of the ITGC Agricultural Research Station of Sétif with 9 durum wheat genotypes (*Triticum durum* Desf.), namely Boussalam/Ofanto, Boussalam/MBB, Waha, Waha/MBB, Waha/Ofanto, Safa, Boussalam, Ofanto and Mohammed Ben Bachir in a randomized complete blocs design with three replications. Measured traits were accumulated biomass, plant height, leaf structure, grain yield, yield components and the translocation of stem stored carbohydrates to the grain filling. The results indicated a significant date and date x genotype interaction for the over time repeated measurements during the crop cycle. The data classified of the different genotypes into three clusters which differed mainly for yield, kernels per ear, spike weight, translocation of the stem stored assimilats and leaf specific weight. The top yielding variety was Boussalam/MBB of the third cluster, which was characterized by a rather intermediate capacity of translocation, suggesting that under favourable growth conditions of the end of cycle as those experienced during the present cropping season, the yield bulk is made of mainly from the product of the post anthesis photosynthetic activity.

KEY WORDS: Durum wheat, yield, translocation, cluster, biomass, plant height, leaf structure.

1 INTRODUCTION

Partant du fait que l'eau est l'élément limitant, et que les événements pluvieux deviennent plus rares une fois l'hiver sorti, il faut que le développement de la plante soit à même de valoriser l'eau reçue. Un développement excessif en début de cycle se traduit par une surface foliaire importante qui exagère les pertes par transpiration. A l'inverse, un développement relativement lent laisse le sol nu, et augmente la part des pertes par évaporation (Copper *et al.*,

1983 ; Benmahammed *et al.*, 2007). Un rythme de développement approprié en début de cycle devient, de ce fait, une caractéristique désirable pour les milieux variables où la plante doit compter entièrement sur les réserves d'eau pluviales stockées dans le sol pour faire une production acceptable (Richards *et al.*, 1997). Dans ce contexte le taux d'accumulation de la matière sèche en pré anthèse, et la capacité de translocation des assimilats stockés dans la tige jouent un rôle important dans l'adaptation de la variété aux contraintes climatiques (Siddique *et al.*, 1989).

L'évaluation, de ces caractéristiques sous climat semi aride chez un nombre restreint de génotypes de blé dur (*Triticum durum*. Desf.) est l'objectif de la présente contribution.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Mise en place de l'expérimentation

L'expérimentation a été mise en place à la Station Expérimentale de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Sétif au cours de la campagne 2006/07. Les génotypes de blé dur (*Triticum durum*. Desf) étudiés ont été semés le 20/11/2006 sur des parcelles élémentaires de six rangs de 5 m de long avec un espace inter-rangs de 20cm, dans un dispositif en blocs complètement randomisés avec trois répétitions. Le matériel végétal est constitué essentiellement de lignées sélectionnées par la Station ITGC de Sétif, qui sont Boussalam/Ofanto, Boussalam/MBB, Waha/MBB, Waha/Ofanto, Waha, Boussalam, Safa, Ofanto et Mohammed Ben Bachir.

2.2 Suivi et notations

La caractérisation des variétés a été basée sur un ensemble de paramètres liés à la phénologie, la morphologie et la physiologie de la plante.

2.3 La matière sèche accumulée

La matière sèche totale et celle accumulée par la tige et l'épi est mesurée à différentes dates au cours du cycle de la végétation correspondant à 36, 56, 91, 100, 107, 128 et 135 jours après le 1er Janvier (JAJ). La végétation échantillonnée est fauchée d'un segment de rang de 0.5m de long, par parcelle élémentaire. Le poids de la matière sèche est déterminé après passage à l'étuve à une température de 85°C pendant 48 heures.

2.4 La surface et le poids spécifique foliaire

La surface foliaire est estimée à partir d'un échantillon de 5 feuilles, dont on mesure la longueur totale et la largeur moyenne. La surface foliaire est déduite par le formule : SF (cm²) = 0.606(L x l) où L = Longueur totale des 5 feuilles, l = largeur moyenne des 5 feuilles et 0.606 = coefficient de régression reliant la surface des feuilles photocopiées sur papier grammage sur celle déduite par le produit L x l. Le poids spécifique foliaire (PSF) est calculé par le rapport du poids sec (PS) de l'échantillon de 5 feuilles sur la surface foliaire (SF) : PSF (mg cm⁻²) = PS/SF.

2.5 La translocation des assimilats stockés dans les tiges

Une fois par semaine, dès le stade épiaison, on échantillonne 10 tiges épiées. On extrait les graines, puis on détermine le poids de la matière sèche totale et celui des graines. La différence entre le poids de la matière sèche totale de l'échantillon et celui des graines produites est prise comme une estimée de la matière sèche accumulée dans les tiges. La partie transférée vers le grain est déduite par: $T = MST_{Max} - MST_{Min}$, où T = quantité de la matière sèche des tiges transférée vers le grain (g m⁻²), MST_{Max} = poids maximal de la matière sèche accumulée dans les tiges (g m⁻²), MST_{Min} = poids de la matière sèche des tiges mesurée à maturité (g m⁻²). T est relativisée par rapport à la matière sèche accumulée dans les graines produites par m⁻² comme suit: T est relativisée par rapport à la matière sèche accumulée dans les graines produites par m⁻² comme suit: T (%) = 100(T/RDT).

2.6 Le rendement et ses composantes

A maturité on détermine le rendement en grains et les composantes du rendement. Ces composantes sont déterminées à partir des bottillons récoltés sur un segment de rang de 1 m de long. Le rendement et la biomasse totale de ces échantillons servent au calcul de l'indice de récolte et au comptage des épis. Le nombre d'épis /m² est déterminé par comptage des épis provenant du même bottillon récolté à maturité d'un segment de rang long de 1m linéaire. Le nombre de grains épi⁻¹ (NGE) est déterminé à partir du rendement en grains (RDT), du nombre d'épis m⁻² (NE) et du poids moyen de 1000 grains (PMG) par calcul : $NGE = 1000RDT/PMG.NE$. Le PMG est déterminé par comptage et pesage de 250 graines prises de la récolte de chaque parcelle.

2.7 Analyses des données

Les données collectées plus d'une fois ont été analysées selon le dispositif Split plot, en blocs complètement randomisés avec trois répétitions. Le squelette de l'analyse de la variance a la forme indiquée au tableau 1.

Tableau 1 : Squelette de l'analyse de la variance du Split plot

Source de variation	degrés de liberté (ddl)	CME	F _{obs}
Totale (T)	(D x G x B)-1	M1	--
Parcelles principales (PP)	(D x B)-1	M2	M2/M5
Blocs (B)	B-1	M3	M3/M5
Dates (D)	D -1	M4	M4/M5
Erreur _a	*	M5	--
Génotype (G)	G-1	M6	M6/M7
G x D	(D-1)(G-1)	M7	M7/M8
Erreur _b	**	M8	--

* = ddl_{pp}- ddl_B- ddl_D, ** = ddl_T-ddl_{pp}- ddl_G - ddl_{GxD}

Les variables, prises une seule fois, sont analysées selon le dispositif en blocs complètement randomisés. Lorsque le test F indique un effet significatif, les moyennes de la variable considérée sont séparées par le test de la plus petite différence significative ($P_{pds_{5\%}}$). Les variétés ont été groupées (K-clustering) sur la base des variables mesurées. Les calculs statistiques ont été faits avec les logiciels Irristat (2005) et StatS4U (2007).

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Caractéristiques climatiques de l'année d'étude

Le cumul pluviométrique enregistré pour la période de septembre 2006 à juin 2007 était de 391.7 mm. Les mois de mars et avril étaient les plus pluvieux (190.4 mm) durant cette campagne. La température moyenne mensuelle, la plus basse, a été enregistrée au cours du mois de décembre, avec 7,9°C. La température la plus élevée a été enregistrée au mois de juin avec 24,1°C (Figure 1). Dans l'ensemble la campagne 2006/07 a été relativement douce avec une concentration de la pluie au printemps. Comparativement à la campagne 2005/06, l'hiver et l'automne de la campagne 2006/07 étaient relativement moins pluvieux (Figure 1). Du point de vue du comportement de la céréale dans la région, la campagne 2006/07 a été plus que favorable à l'expression de hauts rendements en grains comparativement aux performances enregistrées au cours de la campagne 2005/06.

3.2 Biomasse produite, poids de la tige, de l'épi et hauteur de la plante

3.2.1 Biomasse produite

L'analyse de la variance de la matière sèche accumulée par les différentes variétés évaluées montre un effet date et une interaction date x génotype (G x D) significatifs. La signification de l'effet date indique que la matière sèche produite change significativement au cours du cycle chez les différentes variétés. La matière sèche accumulée, 36 jours après le 1^{er} janvier (JAJ), varie, selon les variétés, de 65.7 g m⁻² pour Safa à 112.3 g m⁻² pour Mohammed Ben Bachir (MBB). En fin de cycle, les valeurs moyennes observées varient de 705.6 g m⁻² pour Waha/MBB à 945.4 g m⁻² pour MBB qui ressort comme le génotype accumulant le plus de biomasse aérienne tout le long du cycle de la culture (Tableau 2). La signification de l'interaction génotype x date indique que la classification des différentes variétés pour la matière sèche accumulée change selon les dates d'échantillonnages. En effet le suivi de l'évolution de la biomasse aérienne accumulée chez les différentes variétés, en fonction des dates d'échantillonnages, montre que les différences génotypiques sont peu évidentes à 36 JAJ. Elles deviennent cependant significatives à 56 JAJ où MBB et Boussalam se classent en tête (Figure 2). Considérant que l'accumulation de la biomasse aérienne est linéaire, les vitesses représentatives varient de 5.71g m⁻² j⁻¹ chez Waha/MBB à 8.41g m⁻² j⁻¹ chez Boussalam/Ofanto

(Tableau 2). Les génotypes les plus divergents pour cette caractéristique sont MBB et Waha/ MBB. MBB ressort, spécifiquement au cours de cette campagne, comme celui qui possède la capacité génétique de pouvoir accumuler le plus de biomasse à un rythme régulier tout le long du cycle de la plante. Boussalam/Ofanto se caractérise par un rythme d'accumulation de la matière sèche lent en début de cycle et puis rapide en fin de cycle. Les variétés qui pourront s'adapter au climat caractéristique des hauts plateaux doivent se caractériser par une croissance élevée en début du cycle, parce que l'eau est disponible à ce moment là. Comparativement les génotypes qui retardent leur croissance vers le début du printemps, pour des raisons de satisfaction des besoins physiologiques en matière de vernalisation et photopériode souffriront des effets des stress de fins de cycle.

L'avantage associé à une croissance précoce rapide est la limitation de l'évaporation directe de l'eau du sol, puisque la végétation servira de mulch (Blum et Pnuel, 1990; Bouzerzour *et al.*, 2000). Une croissance rapide en début du cycle améliore l'utilisation des pluies hivernales et permet l'obtention d'une biomasse élevée à maturité (Cantero *et al.*, 1995). Toutefois une croissance élevée, en début du cycle, nécessite une insensibilité aux températures froides hivernales. Dans cette étude, c'est la variété locale MBB qui accumule le plus de matière sèche, tout le long du cycle végétatif. Cette variété est connue comme étant mauvaise du point de vue rendement en grains, parce qu'elle se caractérise par répartition de la matière sèche relativement plus favorable à la paille qu'au grain.

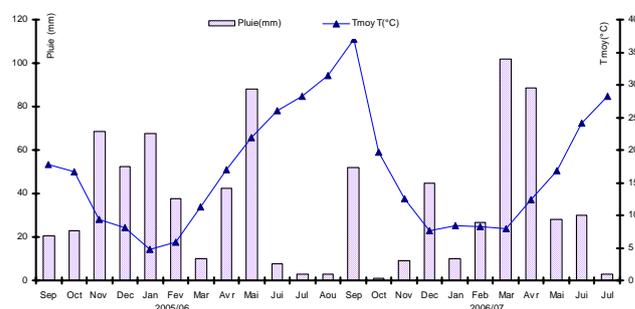


Figure 1 : Variations de la température moyenne mensuelle et des précipitations des campagnes 2005/06 et 2006/07, enregistrée par la Station ONM de Sétif

Tableau 2 : Valeurs moyennes de la biomasse aérienne totale accumulée en début (BIO₃₆, 36j après le 1^{er} janvier) et en fin de cycle (BIO₁₃₅, 135 j après 1^{er} janvier), poids de la tige, poids de l'épi et hauteur de la végétation des différentes génotypes évalués en 2006/07 sur le site expérimental ITGC de Sétif

Génotypes	BIO ₃₆	BIO ₁₃₅	b	et _b	HT	P _{épi159}
Boussalam/Ofanto	83.6 ^a	890.8 ^b	8.41 [*]	2.45	87.5	2.78 ^d
Boussalam/MBB	72.4 ^a	881.3 ^b	7.69 [*]	1.98	93.3	3.47 ^b
Waha	106.9 ^a	910.9 ^{ab}	7.89 [*]	2.24	85.8	3.48 ^b
Waha/MBB	107.7 ^a	705.6 ^c	5.71 [*]	1.62	104.5	2.55 ^c
Waha/Ofanto	91.6 ^a	873.6 ^b	6.81 [*]	1.32	95.3	2.67 ^d
Safa	65.7 ^a	875.2 ^b	7.76 [*]	1.53	122.7	2.98 ^c
Boussalam	68.5 ^a	900.9 ^a	7.40 [*]	1.43	93.7	2.59 ^d
Ofanto	98.5 ^a	914.7 ^a	7.22 [*]	1.66	97.5	3.70 ^a
MBB	112.3 ^a	945.4 ^a	7.68 [*]	1.61	147.8	2.17 ^f
Ppds _{5%}	58.3 g m ⁻²	--	--	7.4	0.181	--

Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas différentes significativement au seuil de 5% de probabilité, * = valeur de b significativement différente de zéro.

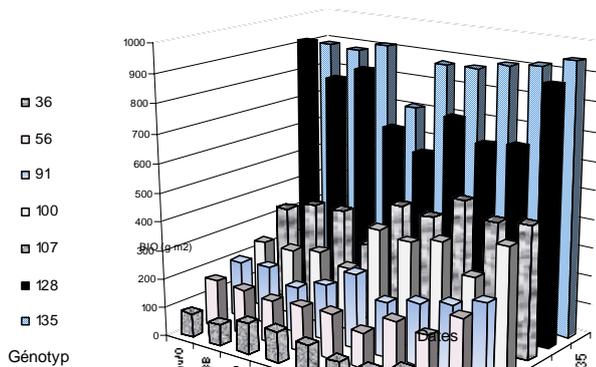


Figure 2 : Evolution de la biomasse aérienne, au cours du cycle végétatif, pour les différentes variétés évaluées

3.2.2 Poids de la tige et de l'épi

Le poids de la tige change au cours du cycle de 0.94 g, 91 JAJ, passe par un maximum de 1.81 g à 128 JAJ pour redescendre à la valeur de 1.36 g, à 159 JAJ. Ce résultat indique que la tige perd de son poids en fin de cycle. Ce phénomène s'explique soit par la translocation des sucres solubles vers le grain au cours de son remplissage, soit par la transpiration nocturne qui consomme le pool labile d'hydrates de carbone, soit les deux à la fois. Bahlouli *et al.*, 2006 mentionnent la contribution des hydrates de carbone de la tige au remplissage du grain chez le blé dur, sous les conditions semi- arides des hauts plateaux de l'est algérien. L'évolution générale du poids de la tige est similaire chez tous les génotypes évalués avec cependant des différences très marquées et significatives en fin de cycle où certains génotypes perdent relativement plus de poids que d'autres (Figure 3). Ces changements débutent entre les 128 à 135 JAJ moment où la tige montre son poids maximal, variable selon les génotypes. Boussalam/Ofanto double le poids de la tige au cours de la période allant de 91 à 128 JAJ. Pour la même période Safa arrive tout juste à ajouter 50% au poids initial de la tige (Figure 3). Ces comportements s'expliquent par des différences de capacités d'assimilations chlorophylliennes et/ou des différences d'utilisation des substrats dirigés vers les différents puits. Boussalam/Ofanto, et à degré moindre, Waha/MBB et Waha/Ofanto changent relativement peu le poids de la tige en fin de cycle. La réduction de leur poids maximal est, respectivement, de 0.0, 3.9 et 8.7%. Par contre Waha, Boussalam/MBB, Ofanto et Boussalam sont le siège de changements importants. Ils perdent de leur poids maxi 43.4, 39.5, 29.4 et 26.4% respectivement. Les génotypes Safa et MBB sont intermédiaires et perdent de leur poids maxi 18.7 et 15.2% respectivement à maturité (Figure 3).

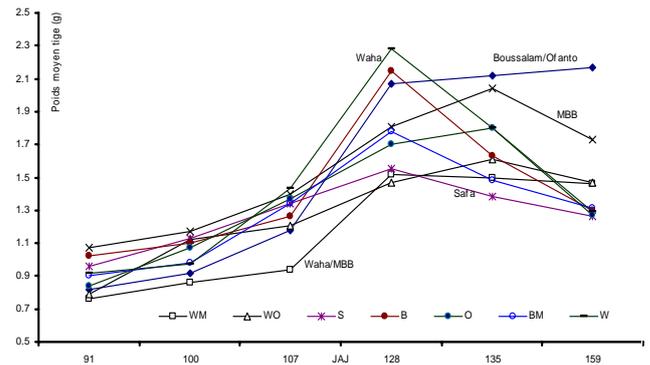


Figure 3 : Evolution en post anthèse du poids moyen de la tige des différentes variétés évaluées

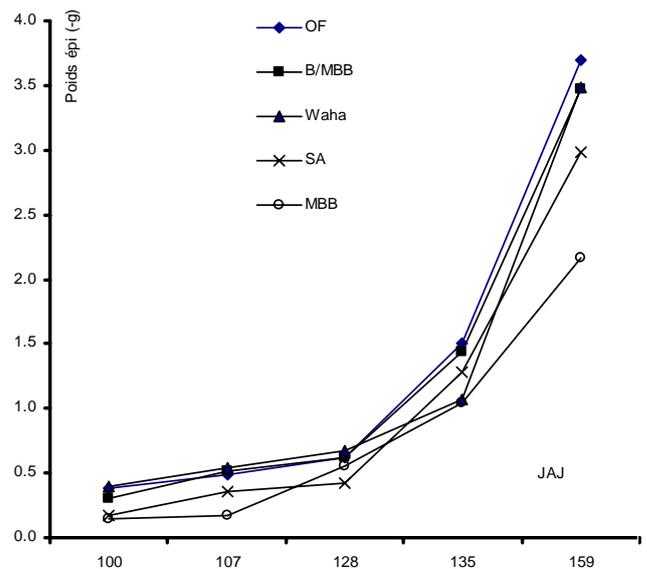
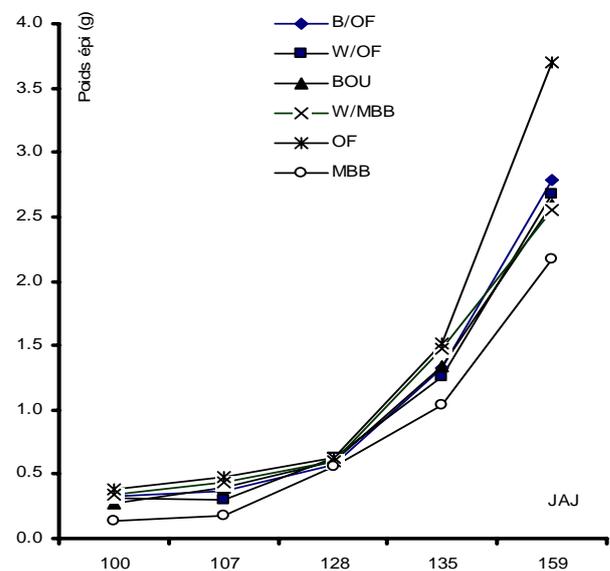


Figure 4 : Evolution du poids moyen de l'épi des différentes variétés évaluées au cours de la post anthèse

Le poids de l'épi montre une forme sigmoïde, indiquant une lente accumulation de la matière sèche au début, de 91 à 128 JAJ, suivi par un rapide accroissement du poids en fin du cycle de la culture, de 128 à 159 JAJ. Au cours des 68 jours, le poids moyen de l'épi passe de 0 à plus de 3 g, moyenne des 9 génotypes évalués. La forme générale de l'évolution de la matière sèche accumulée par l'épi est similaire chez tous les génotypes évalués, avec cependant des différences au niveau taux d'accumulation et poids final accumulé (Figure 4). Boussalam/MBB et Waha/MBB accumulent de la matière sèche à la même vitesse, durant la période allant de 100 à 135 JAJ, puis divergent. Boussalam/MBB augmente la vitesse d'accumulation de manière plus importante que le génotype Waha/MBB (Figure 4). Ofanto se distingue par une vitesse d'accumulation nettement plus élevée tout le long de la phase de remplissage du grain, comparativement aux autres génotypes évalués (Figure 4). Par contre MBB accumule de la matière sèche à un rythme relativement plus lent, se classant en dernière position pour le poids moyen de l'épi (Figure 4).

3.2.3 Hauteur du chaume

La hauteur de la végétation varie de 85.8 cm, valeur moyenne de Waha, à 147.5 cm pour MBB (Tableau 2). La différence est significative au seuil de 5% de probabilité. Sur les neuf variétés évaluées, les plus hautes de chaume sont MBB, Safa et Waha/MBB avec des hauteurs représentant l'équivalent de 172.3, 143.0 et 121.8% celle de Waha prise comme indice 100%. Une hauteur de paille importante est une caractéristique désirable en zone semi-aride, suite à ses effets bénéfiques lors des années sèches. Ces effets sont attribués à la capacité de stockage et de transfert des substrats glucidiques pour la finition du grain (Bahlouli *et al.*, 2005, Annichiarico *et al.*, 2005). Cette contribution de la hauteur du chaume avec les substrats stockés au niveau surtout du dernier entre nœud et du col de l'épi minimise la baisse du rendement en grain sous stress (Blum, 1988).

Siddique *et al.*, (1989) font remarquer que la corrélation négative, entre l'efficacité d'utilisation de l'eau et la hauteur de plante, est due au fait que les variétés naines valorisent mieux l'humidité du sol. En plus la hauteur du chaume est associée à un système racinaire capable d'aller en profondeur, suggérant l'adoption des variétés hautes dans les environnements à faible pluviométrie et dans des sols où il y a une humidité résiduelle exploitable en profondeur.

3.3 Surface et poids spécifique foliaires

L'analyse de la variance du poids spécifique, de la surface et la largeur moyenne de la feuille indique des effets dates et interactions date x génotype significatifs (Tableau 3). Par date et en moyenne des neuf génotypes, le poids spécifique foliaire varie de 3.28 à 6.03 mg cm⁻²; la surface foliaire de 61.39 à 102.89 cm² et la largeur moyenne de la feuille de

0.53 à 1.22 cm (Tableau 3). Boussalam/MBB se classe en dernier avec, significativement, le plus faible poids spécifique foliaire de 5.1 mg cm⁻² et une surface foliaire la plus faible avec une valeur moyenne de 89.2 cm².

Tableau 3 : Valeurs du poids spécifique foliaire, de la surface foliaire et de la largeur moyenne de la feuille, (moyennes des 9 génotypes testés)

Date	PSF	SF	l
64	3.28	61.39	0.53
84	5.40	84.01	0.71
120	6.03	90.74	1.06
129	4.69	97.45	1.18
136	3.72	102.86	1.22
Ppds5%	0.32	6.61	0.067

La surface foliaire détermine progressivement à la fois les quantités d'eau utilisées par la plante sous forme de transpiration et les quantités de carbone fixées par voie photosynthétique. Elle conditionne la résistance à la sécheresse, vu qu'une surface foliaire élevée perdra plus d'eau qu'une faible surface foliaire. En milieux variables, la diminution de la surface foliaire peut avoir des effets bénéfiques en réduisant de la surface évaporante et celle soumise à la radiation solaire. En effet, selon Abbassenne 1997, une variété avec une faible surface foliaire est capable de faire un bon rendement grâce à une meilleure efficacité d'utilisation de l'énergie lumineuse par unité de surface foliaire. Cette diminution de la surface foliaire, est compensée par une durée de vie du feuillage plus longue. Un poids spécifique foliaire élevé est un indicateur d'une meilleure capacité photosynthétique, d'une moindre sensibilité à la photo-inhibition et de la consistance de l'appareil photosynthétique (Araus *et al.*, 1998). L'étude des liaisons indique que le poids spécifique foliaire évolue dans le même sens que la surface foliaire et les dimensions de la feuille.

3.4 Le rendement, les composantes et la translocation

L'analyse des moyennes génotypiques indique que le rendement grain varie de 400.5 g m⁻², moyenne de MBB à 763.1g m⁻², moyenne de Boussalam/MBB. Les valeurs moyennes extrêmes sont mesurées chez Waha et MBB pour le poids moyen du grain avec des valeurs respectives de 46.79 et 33.46 mg. Celles du nombre de gains par épi sont mesurées chez Boussalam/MBB et Boussalam avec des valeurs moyennes de 32.3 et 20.3 grains par épi. Le nombre d'épis produit par m² varie de 440 épis, valeur mesurée chez Boussalam à 563 épis pour Waha/Ofanto (Tableau 4). L'analyse, des relations du rendement avec les composantes, montre que seul le nombre de grains par épi a eu un effet déterminant sur le rendement en grains. Ceci indique que les différences du nombre d'épis et du poids moyen du grain n'étaient pas assez suffisantes pour discriminer entre les différents génotypes évalués, comparativement au nombre de grains par épi.

Tableau 4 : Valeurs moyennes du nombre d'épis par m², du nombre de grains par épi, du poids d'un grain et du rendement en grains des génotypes testés

Génotype	NE	NGE	P _{1G}	RDT	T%RDT
Boussalam/Ofanto	500.0	30.0	44.00	664.0	00.0
Boussalam/MBB	530.0	32.3	44.64	763.1	32.6
Waha	443.3	27.9	46.79	579.9	75.6
Waha/MBB	466.6	25.2	40.76	479.6	05.8
Waha/Ofanto	563.3	25.1	44.84	636.1	12.4
Safa	510.0	24.9	45.48	579.3	25.5
Boussalam	440.0	20.3	46.55	416.9	89.7
Ofanto	520.0	26.7	44.87	624.5	44.2
MBB	530.0	22.6	33.46	400.5	41.1
Ppds5%	40.4	2.6	2.01	83.0	--

Ces résultats corroborent ceux de Blum et Pnuel (1990) et Erchidi et *al.*, (2000) qui mentionnent que le rendement en grain du blé est plus lié à la fertilité de l'épi qu'au poids moyen du grain. Ceci ne veut nullement dire que le nombre d'épis et le poids de 1000 grains ne jouent aucun rôle sous climat variable. La contribution indirecte de ses deux composantes, au rendement en grains, est plus importante via le nombre de grains par épi que leur contribution directe. La part des hydrates de carbone transloquée vers le grain varie de nulle chez Boussalam/Ofanto à 89.7% chez Boussalam (Tableau 4). Hormis Boussalam/Ofanto, Waha/MBB et Waha/Ofanto dont la contribution des réserves est faible à nulle, les autres génotypes montrent une contribution très élevée pour une année considérée comme très bonne. La variation entre les différents génotypes testés concernant la contribution des réserves glucidiques transférées vers le grain est à attribuer selon Ehdiaie *et al.*, (2006) à l'état de fonctionnement des vaisseaux conducteurs, à la capacité du génotype à utiliser les réserves pour le remplissage du grain et à l'écart du poids du grain de son potentiel. Excepté le comportement du cultivar MBB, on note, chez les autres génotypes une relation entre le % de réserves transférées vers le grain et le poids moyen du grain. Ceci indique qu'à mesure que le milieu devient contraignant, la translocation des assimilats participe efficacement au remplissage du grain et par conséquent à l'augmentation du poids moyen du grain.

3.5 Typologie variétale

La caractérisation de l'idéotype dans le contexte de cette étude peut se résumer à une biomasse élevée accumulée avec un rythme rapide en début du cycle pour favoriser une bonne utilisation de l'eau disponible, en limitant l'évaporation du sol. Une tige haute afin de bénéficier d'un site de stockage des substrats à transférer le plus élevé. Une vitesse ou une durée d'accumulation de la matière sèche élevée tout le long de la phase de remplissage du grain, pour permettre le transfert du maximum des assimilats

stockés et produits. Une surface foliaire assez réduite pour minimiser de la surface évaporante et celle soumise à la radiation solaire. Un feuillage plus dense d'où un poids spécifique foliaire élevé permettant la consistance de l'appareil photosynthétique, une grande fertilité épi, un nombre d'épi par m² le plus élevé et un poids du grain élevé.

Le groupage selon le degré de ressemblance entre les différents génotypes sur la base des variables mesurées laisse apparaître trois groupes divergents (Figure 5). Le groupe I est constitué de MBB, Boussalam et Waha/MBB (9, 7 et 4), le groupe II est constitué des génotypes Boussalam/Ofanto, Waha, Waha/Ofanto, Safa, et Ofanto (1, 3, 5, 6 et 8), et le groupe III est représenté par le génotype Boussalam/MBB (2). Ces trois groupes divergent surtout pour les caractéristiques relatives à la capacité de translocation des hydrates de carbones produits avant l'anthèse, le rendement en grains, la fertilité des épis, la surface foliaire, la biomasse accumulée et le poids des épis (Figure 5, Tableau 5).

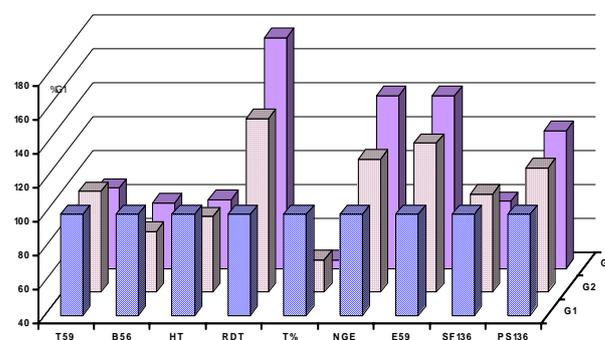
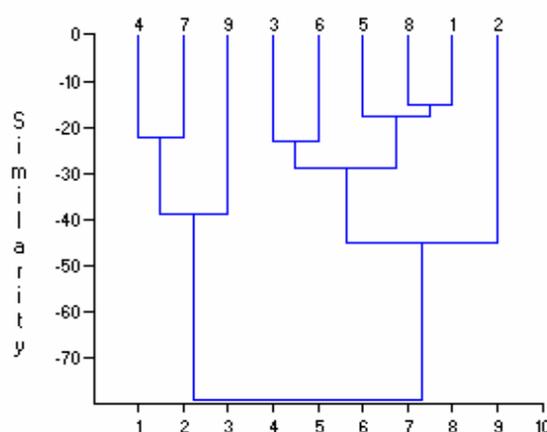


Figure 5 : Dendrogramme de similitude des différents génotypes évalués et caractéristiques des trois groupes de génotypes identifiés sur la base des variables mesurées

Tableau 5 : Valeurs moyennes des centres de gravités des différents groupes

	Date	unité	Groupe I	Groupe II	Groupe III
Translocation	--	%	27.1	16.0	12.2
Biomasse	136	g m ⁻²	202.5	153.8	159.3
Hauteur	--	cm	115.3	97.8	93.3
Epis	159	m ⁻²	478.7	507.2	530.0
Poids 1 grain	--	mg	43.9	45.2	44.6
Nombre gains épi	159	épi ⁻¹	22.7	26.9	32.3
Poids 1 épi	159	g	2.4	3.1	3.5
Surface foliaire	136	cm ²	65.0	59.3	55.1
Poids spécifique foliaire	136	mg cm ⁻²	3.4	3.9	4.1
Rendement		g m ⁻²	432.3	616.6	763.0

4 CONCLUSION

Ainsi, les résultats de la présente étude indiquent un effet date et une interaction date x génotype (G x D) significatifs. Cette signification montre que les caractéristiques évaluées changent au cours du cycle chez les différentes variétés. Cette hétérogénéité inter-variétale résulte de celle des caractéristiques testées, néanmoins. Boussalam/MBB ressort lors de cette campagne comme le meilleur génotype de point de vue rendement en grains, performance attribuée à l'effet d'interaction entre les différentes caractéristiques. Sa capacité de remobilisation des assimilats stockés dans la tige plutôt intermédiaire, indique que sous les conditions favorables de fin de cycle comme celles de l'année d'étude, l'essentiel du rendement en grains vient surtout de l'activité photosynthétique qui a lieu au cours de la pré-anthèse.

RÉFÉRENCES

- [1] Abbassenne F. 1997. Etude génétique de la durée des phases de développement et leur influence sur le rendement et ses composantes chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse magister, INA Alger, 81Pages.
- [2] Annichiarico P., Abdellaoui, Z. Melouki, M. Zerargui, H. 2005. Grain yield, straw yield and economic values of tall semi dwarf durum wheat cultivars in Algeria. J. Agric. Sci., 143:54-64.
- [3] Araus J.L., Amaro, T. Voltas, J. Makhlouf, H., and Nachit, M.M. 1998. Chlorophyll fluorescence as selection criteria for grain yield in durum wheat under Mediterranean conditions. Field Crop Research, 55: 209-223.
- [4] Bahlouli F. et Bouzerzour, H. 2006. Comportement variétal de 10 génotypes contrastés de blé dur aux contraintes abiotiques sous climat semi aride. J. Algér. Régio. Ari., 5 :51-60.
- [5] Bahlouli F., Bouzerzour, H. Benmahammed, A. and Hassous, K. L. 2005. Selection of highyielding and risk efficient Durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars under semi arid conditions. Pak. J. Agro., 4: 360-365.
- [6] Benmahammed A., Bouzerzour, H. et Mekhlouf, A. 2007. Variation de la teneur relative en eau, l'intégrité cellulaire, la biomasse et l'efficacité d'utilisation de l'eau des variétés de blé dur (*Triticum turgidum* L. var durum) conduites sous contrainte hydrique. Soumis à la Revue 'Recherche INRAA'.
- [7] Blum A. 1988. Plante breeding for stress environments. CRC Press. Eds., 223.
- [8] Blum A. and Pnuel, Y. 1990. Physiological attributes associated with drought resistance of wheat cultivars in a Mediterranean environment. Aust. J. Agric. Res., 41:799-810.
- [9] Bouzerzour H. and Benmahammed, A. 1994. Environmental factors limiting barley grain yield in the high plateaux of eastern Algeria. Rachis, 12:11-14.
- [10] Bouzerzour H., Bahlouli, F. Benmahammed, A. et Djekoun, A. 2000. Contribution de labiomasse aérienne, de l'indice de récolte et de la précocité à l'épiaison au rendement grain chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zones semi-aride. Cahier d'Agriculture, 8: 133-137
- [11] Canterro-Martinez C., Villar, JM. Romagosa, I. and Fereres, E. 1995. Growth and yield responses of two contrasting barley cultivars in a Mediterranean environment. Eur. J. Agron., 4 : 317-323.
- [12] Chennafi H., Aidaoui, A. Bouzerzour, H. and Saci, A. 2006. Yield response of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivar Waha to deficit irrigation under semi arid growth conditions. Asian J. Plant Sci., 5: 854-860.
- [13] Cooper P.J.M., Keating, J.D.H. and Hughes, G. 1983. Crop evapo transpiration - atechique for calculation of its components by field measurements. Field Crops Res. 7:299-312.
- [14] Ehdaie B., Alloush, G.A. Madore, M.A. and Waines, J.G. 2006. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat. I. Post anthesis changes in internode dry matter. Crop Sci., 46:735-746.
- [15] Erchidi A.E., Benbella, M. et Talouizte, A. 2000. Relation entre certains paramètres contrôlant les pertes en eau et le rendement en grain chez neuf variétés de blé dur soumises au stress hydrique. Options méditerranéennes, série A (Séminaires méditerranéens), 40 : 279-82.
- [16] Fellah A., Bouzerzour, H. Benmahammed, A. et Djekoun, A. 2002. Sélection pour améliorer la tolérance aux stress abiotiques chez le blé dur (*Triticum durum* Desf). Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc) 22 (3): 161-168.

- [17] Irristat.2005.Irristat for windows, version 5.0,IRRI relax,Manila,Philippines.
- [18] Mekhlouf A., Bouzerzour, H. Benmahammed, A. Hadj Sahraoui, A. et Harkati, N.2006 Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) au climat semi-aride .Sécheresse. 17: 507-13
- [19] Richards R.A., Rebtzke, G.J. VanHerwaordlen, A.F. Dugganb, B.L. Condon, A.G.1997. Improving yield in rainfed environnements through physiological plant breeding. *Druland Agriculture* ,36: 254-266.
- [20] Siddique K.H.M., Belford, R.K. Perry, M.W. and Tennant, D.1989. Growth, development and light interception of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean-type environment. *Aust. J. Agric. Res.*, 40:473–487.
- [21] Stats 4U.2007.Statistics package for instruction and analyses,version 1,release 6,rev.2,written by W.G. Miller