

PHENOLOGIE ET PRODUCTION DU BLE DUR (*T. durum* Desf.) EN ZONE SEMI-ARIDE D'ALTITUDE

Abbassene F*., Bouzerzour H.** & Hachemi L.***

* Station Expérimentale Agricole ITGC BP 03 Sétif.

** ENS, Dept. Agronomie, Centre Univ. OEB, 4000.

*** INA, Département phytotechnie, Alger, 16000

Résumé : L'influence de la durée des phases de développement sur la stabilité de la production a été étudiée chez 14 génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.), au niveau de la zone semi-aride d'altitude de l'Est. Les meilleures performances sont le fait de génotypes précoces à l'épiaison et à maturité. Cependant, leur rendement est moins stable à cause de l'instabilité de la durée de la phase végétative qui montre une interaction génotype-environnement significative. La durée de la phase végétative est négativement corrélée au nombre d'épis et de grains/m² et positivement corrélée avec le poids moyen du grain et la hauteur des plantes. Pour réduire la variabilité des rendements, il faut accepter la baisse de production qui est liée à la sélection de génotypes plus tardifs qui sont plus stables du point de vue production et date d'épiaison.

Mots clés: phase de développement, rendement, corrélation, semi-aride, (*Triticum durum* Desf.)

Phase duration and production of wheat (*Triticum durum* Desf.)
in semi-arid high land.

Abstract : The effect of growth phase duration on stability of grain production was studied in 14 durum genotypes in a semi-arid high land region. Best performances were the fact of early genotypes, but their grain yield was unstable because of variation in the duration of the vegetative growth period due to genotype-environment interaction. Vegetative growth period was negatively correlated with spikes/m² and with kernels/m² but positively correlated with kernel weight and plant height. To reduce from yield instability one must accept a relative yield reduction due to the adoption of late genotypes.

Key words : Growth periods, grain yield, correlation, semi aride (*Triticum durum* Desf.)

INTRODUCTION

Une grande partie de la sole céréalière se rencontre à l'intérieur du pays, sur les hautes terres. Ces dernières se caractérisent par un climat continental aux hivers froids, un régime pluviométrique irrégulier, des gels printaniers très fréquents et des vents chauds et desséchants en fin de cycle de la culture. Tous ces facteurs influent sur la production céréalière qui se caractérise par une moyenne nationale stagnante depuis plus d'un siècle et en même temps très variable d'une année à l'autre. L'amélioration de la production au niveau de ces zones ou du moins sa stabilité dans l'immédiat peut se concevoir à travers la recherche de nouvelles variétés plus adaptées, qui réagissent positivement au bilan des variations pédoclimatiques pour donner un rendement acceptable à chaque récolte.

L'épiaison est une caractéristique très importante dans l'adaptation de la céréale à un milieu donné (Wardlaw & Moncur, 1995). Elle détermine la durée des phases de développement qui jouent un rôle important dans l'élaboration des composantes du rendement et dans l'évitement des accidents climatiques défavorables. La date d'épiaison, souvent utilisée comme un indicateur convenable de précocité, est considérée comme un caractère qui influence le rendement de la céréale, surtout en zones où la distribution de la pluviométrie et la variabilité des températures affectent la longueur du cycle de développement. (Aksel & Johnson, 1961; Hadjichristodoulou, 1987; Ceccarelli et al. 1992).

Dans des milieux assez spécifiques tel celui des hauts plateaux, il s'est avéré qu'un bon rendement est une caractéristique qui ne sert à rien si elle n'est pas insérée dans un fond génétique adéquat du point de vue durée des phases de développement. En effet, ce rendement, aussi élevé soit-il potentiellement, sera le plus souvent soumis aux contraintes du milieu qui en réduisent le niveau, si elles ne l'annulent pas (Bouzerzour & Hadj Sahraoui, 1989; Bouzerzour & Benmahamed, 1994).

Il faut donc étudier l'influence de la variabilité de la durée des phases sur la productivité de la plante, dans le but de déduire la durée la plus optimale pour que les stades sensibles puissent se réaliser à des périodes où les risques de stress sont plus réduits.

La présente contribution se propose d'analyser la variabilité de la durée des phases de développement chez un échantillon de variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.), de déterminer leurs effets sur le rendement et de déduire la durée optimale qui fait courir le moins de risque à la production d'un bon rendement au niveau des hauts plateaux de l'Est.

MATERIEL ET METHODES

Au cours des trois campagnes 1992/93 à 1994/95, a été conduite une expérimentation avec 14 génotypes de blé dur, au niveau de la Ferme Expérimentale Agricole, ITGC de Sétif. Ces 14 génotypes constituent 3 groupes, qui sont des variétés- populations locales: Bidi 17 et Oued Zenati 368; des lignées introduites avant 1985: Acu, Creso, Karasu, Pg/Gdo//S.15/Cr et Waha, et des lignées plus récentes, sélectionnées après 1985: Chen/Auk, 417/458, Chen/Poc, 904/Logh, Ci9225/Trob, Cando/Ru et S15/Geier. De toutes ces variétés et lignées

expérimentales, Waha a connue une certaine adaptation au niveau de Setif, O.Zenati et Bidi 17 sont encore cultivées dans le Constantinois et certaines régions Guelmoises.

Le dispositif expérimental est constitué de blocs complètement randomisés avec 3 répétitions. Le semis est effectué au mois de Novembre de chaque campagne. La parcelle élémentaire fait 6 rangs de 5 m de long espacés de 0,18 m. Les techniques culturales appliquées chaque année sont similaires à celles pratiquées au niveau de la FEA, avec en particulier un apport d'azote de 33,5 unités/ha au stade tallage, et une couverture herbicide au 2,4-D, au même stade et à raison de 1,5 l/ha dans 300 l d'eau.

Les notations effectuées au cours des trois années portent sur le rendement grain en g/m² (RDT); la hauteur des plantes, en cm (HT); les dates d'épiaison (VEGP) et celle de maturité (DMAT), calculées en nombre de jours du 1ier Janvier à la date de réalisation du stade donné. La durée de la phase de remplissage (GFP) est calculée par différence entre les durées VEGP et DMAT: GFP= DMAT - VEGP, et l'indice de remplissage (IR) par RDT(g/m²)/GFP(j), en g/j/m².

Au cours de la campagne 1994/95, on a procédé, en plus des notations ci-dessus, au comptage des épis/m² (NE), réalisé sur la récolte d'échantillons provenant de 3 stations de 2 rangs de 1 m de long chacune et par parcelle élémentaire. Le poids de 1000 grains (PMG) est déterminé d'après le poids des comptages de 4 fois 250 graines. Le nombre de grains/m² (NGM²) est calculé à partir du rendement et du poids de 1000 grains. Le nombre de grains par épi (NGE) est calculé à partir du NGM² et du NE. La biomasse aérienne (BIO), exprimée en g/m², est déterminée à maturité, à partir du poids des bottillons. L'indice de récolte (HI) est donné par le rapport du rendement sur la biomasse que multiplie 100.

Des analyses de variance ont été effectuées sur les données de chaque campagne, pour déterminer l'effet génotype. Les corrélations entre paires de caractères ont été calculées sur les données collectées. L'analyse des effets directs et indirects (Dewey & Lu, 1959) a été utilisée pour déterminer l'influence de la durée des phases de développement et celles des caractères étudiés sur la productivité de la plante.

Une analyse multi-années a été effectuée, pour déterminer l'interaction génotype x environnement des caractères mesurés sur les trois campagnes. Afin d'avoir une idée sur l'importance de la variance d'interaction (σ^2_{GXE}) relativement à la variance génotypique (σ^2_G), les composantes de la variation en été calculées en admettant l'égalité des carrés moyens des écarts avec les espérances moyennes (Comstock & Moll, 1963). L'héritabilité au sens large de la durée des phases de développement a été calculée par le rapport :

$$h^2sl = \sigma^2_G / (\sigma^2_G + \sigma^2_{GXE} / l) + ((\sigma^2_E / rl),$$

avec l : nombre de milieux
r : nombre de répétitions.

RESULTAT ET DISCUSSION

L'effet génotypique est significatif pour l'ensemble des caractères analysés par campagne. L'analyse de variance des trois années combinées montre des effets génotypes, années et interaction génotype x année hautement significatifs. Les variétés étudiées présentent donc des différences assez importantes pour les traits mesurés qui méritent d'être soulignées et qui justifient la poursuite de l'analyse. La décomposition de la variation des phases de développement montre que la variance de l'interaction (GXE) est plus importante que la σ^2_G des phases de développement, comme indiqué par le rapport $\sigma^2_G / \sigma^2_{GE}$ (Tab.1) .

La σ^2_G de la phase de remplissage est nulle, mettant en relief que toute la variabilité de cette phase est d'origine environnementale. L'héritabilité est moyenne pour les phases VEGP, DMAT, pour l'indice de remplissage et le rendement et nulle pour la phase GFP (Tab. 1).

En moyenne sur les trois années, les lignées précoces à l'épiaison et à maturité sont Cando, Acu et S15/Geir. Les plus tardives sont 417/458, Oued Zenati et 904/Logh (Tab. 2). L'ordre de précocité, en fonction de la somme de température accumulée du 1er Janvier à l'épiaison, en moyenne sur les trois années, est donné par la figure 1. La phase de remplissage, la plus longue est enregistrée chez les variétés Cando, et Waha, avec respectivement 41 et 40 jours. Elles sont toutes deux précoces à l'épiaison. La plus courte phase est observée chez Acu, variété précoce et chez 904/Logh, lignée relativement tardive à l'épiaison.

La variation inter année va de 3 jours pour la VEGP chez 904/Logh à 19 jours chez Waha (Fig. 2). En ce qui concerne DMAT, cette variation va de 3 jours chez Bidi 17 à 25 jours chez Waha. Pour la GFP, l'amplitude inter-année varie de 5 jours pour 904/Logh à 8 jours chez Karasu. Les meilleurs indices de remplissage sont observés chez Chen/Poc et Chen/Auk, et les plus faibles chez 417/458, Bidi 17 et Oued Zenati.

En moyenne, et sur les trois années, Ci9225/Trob est la meilleure du point de vue rendement, avec Karasu et Chen/Auk. Les plus faibles performances sont observées chez 417/458, Oued Zenati et Bidi 17 (Tab. 2).

La durée de la VEGP est positivement corrélée avec DMAT ($r = 0,92^{**}$), et négativement corrélée avec la variation de la VEGP ($r = -0,57^*$) et de la DMAT ($r = -0,63^*$), indiquant que les génotypes tardifs sont plus stables du point de vu dates d'épiaison et de maturité. La durée de la GFP est positivement corrélée avec la variation de la VEGP, mettant en relief que la durée de cette phase est dépendante de la variation dans celle de la VEGP ($r = 0,62^*$).

La phase DMAT est négativement corrélée avec l'étendue de l'indice de remplissage. Les variétés précoces à maturité sont donc plus variables du point de vue indice de remplissage que les types tardifs. Cependant, la corrélation positive du rendement avec l'étendue de l'indice de remplissage ($r = 0,75^{**}$) et avec l'IR ($0,82^{**}$) montre que les meilleurs rendements sont observés chez les variétés précoces. Donc si l'on cherche la stabilité de rendement, il faut sélectionner des variétés relativement plus tardives mais ce faisant, il faut accepter un niveau de production plus bas qui est associé à ce type de matériel.

Tableau 1 : CME de l'ANOVA des caractères mesurés.
(1er ligne: 92/93, 2eme: 93/94, 3eme: 94/95 4eme: les 3 années).

Source Ddl	Tot (41) (125)	E (2)	G (13) (13)	GxE (26) (26)	Bloc (2) (2)	Erreur (26) (82)	σ^2 G	σ^2 G E	σ^2 p	h^2	σ^2 G: σ^2 GE
VEGP	30,7		95,4*		0,9	0,6					
	8,2		24,5*		0,2	0,5					
	21,6		64,6**		0,2	1,7					
	39,5	1189,2**	116,4**	38,1**	1,3	0,6	8,6	12,4	21,4	40	1:1,4
DMAT	12,3		37,1*		0,1	0,8					
	17,0		52,4*		2,6	0,4					
	31,3		88,8**		31,7	2,4					
	51,6	2022,3**	108,6**	35,9**	1,9	0,6	8,2	11,7	20,2	40	1:1,4
GFP	11,2		32,1*		0,1	1,6					
	11,8		35,1*		0,4	1,0					
	7,9		13,8*		28,2	3,4					
	47,7	2374,7**	15,3**	34,2**	0,8	1,5	0,0	10,9	11,4	0	indeter.
IR	0,6		1,2*		0,2	0,3					
	1,7		4,6*		0,3	0,3					
	467,0		1015,6**		45,6	225					
	5,2	185,5**	8,6*	3,6**	0,9	0,9	0,5	0,9	1,7	31	1:1,6
RDT	7,4		10,4 _{ns}		3,5	6,1					
	22,6		52,5		27,5	7,2					
	30,3		77,4**		64,5	4,1					
	26,4	388,6**	106,0**	25,0**	25,7	5,4	9,0	6,5	17,3	51	1:0,7
Caractères mesurés en 1994 / 1995											
NE	1050		1997*		2450	469					
NGE	64		133*		37	32					
NGM ² *	3		10**		1	0,4					
PMG	15		38**		27	2,5					
HI	52		158**		10	3,3					
BIO	65923		169546**		43706	15820,6					
HT	21		57**		100	4,2					

ns, *, **: effet non significatif et significatif à 5 et 1%. *: x 103.

E: Année, G: génotypes.

Tableau 2: Moyennes (X), amplitude (A) des trois années et moyennes (m) de 1994/95.

VAR ^a		NE	NGE	NGM ²	PMG	RDT	HI	BIO	HT	VEGP	DMAT	GFP	IR
1	X A m	222	45,0	10,0	30,0	271	40,0	721,6	62	124	160	36	7,5
						64				8	20	19	5,9
2		210	35,6	7,4	34,7	300	27,0	851,3	60	121	148	27	11,1
						226				120	156	36	6,5
3		168	29,8	4,8	39,3	65	19,0	975,6	68	18	15	15	4,5
						260				121	150	29	8,9
4		231	44,5	10,2	29,2	179	31,6	879,3	61	131	170	38	4,7
						37				8	7	11	1,8
5		194	38,6	7,5	34,7	190	32,6	867,3	57	136	169	33	5,7
						265				121	158	37	7,7
6		213	37,6	8,0	32,5	97	39,6	684,6	60	7	19	19	6,6
						300				124	151	27	11,1
7		222	39,7	8,8	37,4	246	42,7	953,3	63	126	165	36	6,7
						37				3	9	4	2,1
8		192	50,2	9,6	36,3	260	35,0	944,0	63	126	158	32	8,1
						234				123	162	39	6,3
9		229	28,8	6,5	38,3	60	29,3	921,3	56	14	16	17	4,1
						260				126	155	29	8,9
10		220	34,1	9,7	34,0	285	32,0	968,3	60	126	162	36	8,3
						90				6	11	17	6,6
11		219	38,4	8,3	32,1	330	26,7	997,6	62	130	158	28	11,7
						280				124	163	38	5,9
12		240	34,2	8,3	29,2	120	21,7	1123,3	61	13	11	20	7,1
						219				129	157	28	12,5
13		181	29,1	5,2	38,0	219	20,7	977,3	70	125	163	38	6,1
						90				10	17	14	4,2
14		152	32,4	4,9	38,6	250	27,3	703,3	71	126	156	30	8,3
						268				118	159	41	6,8
						103				16	14	14	4,8
						330				121	154	33	10,0
						217				120	157	37	6,4
						87				11	17	18	6,2
						270				120	150	26	10,3
						235				120	160	40	6,1
						10				19	25	16	3,0
						240				121	151	30	8,0
						196				124	161	37	5,2
						12				10	3	13	2,5
						200				129	159	30	6,6
						199				125	164	38	5,5
						17				12	12	19	2,2
						190				131	159	27	7,0

^a 1: Chen/Auk, 2: Acu, 3:417/458, 4: Chen/Poc, 5:904/Logh, 6:Pg/Gdo, 7:CI9225/Trob, 8:Karasu, 9:Creso, 10: Cando, 11: S.15/Geir, 12: Waha, 13: Bidi 17, 14: O.Zenati.

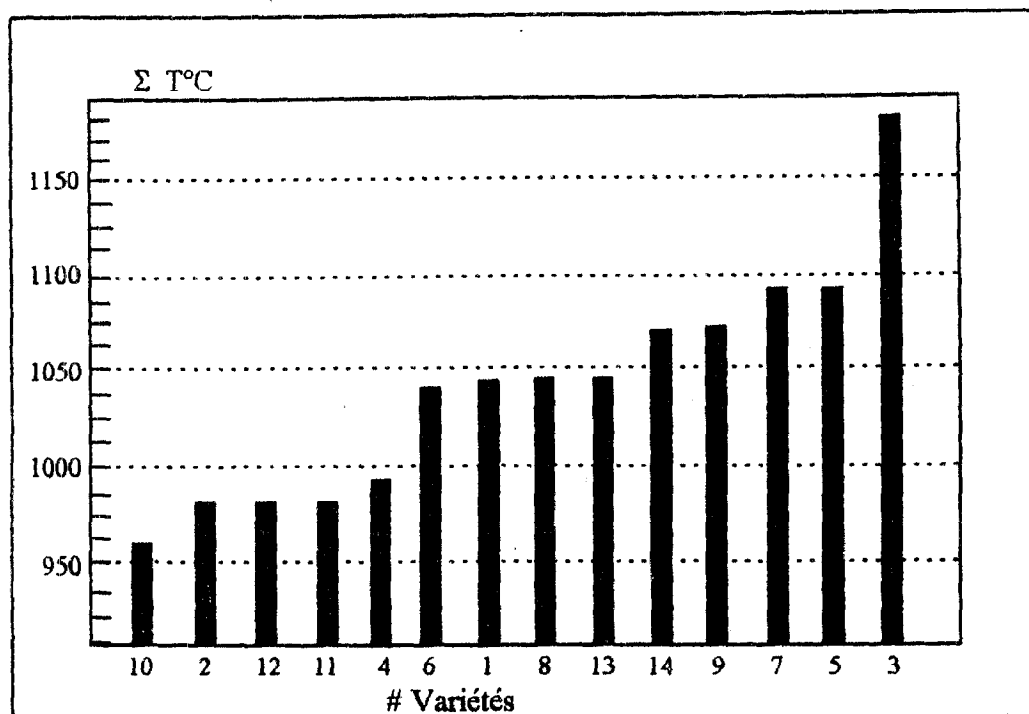


Figure 1. Ordre de précocité à l'épiaison des 14 génotypes étudiés en fonction de la somme de températures (Nom des variétés : Voir Tab 2).

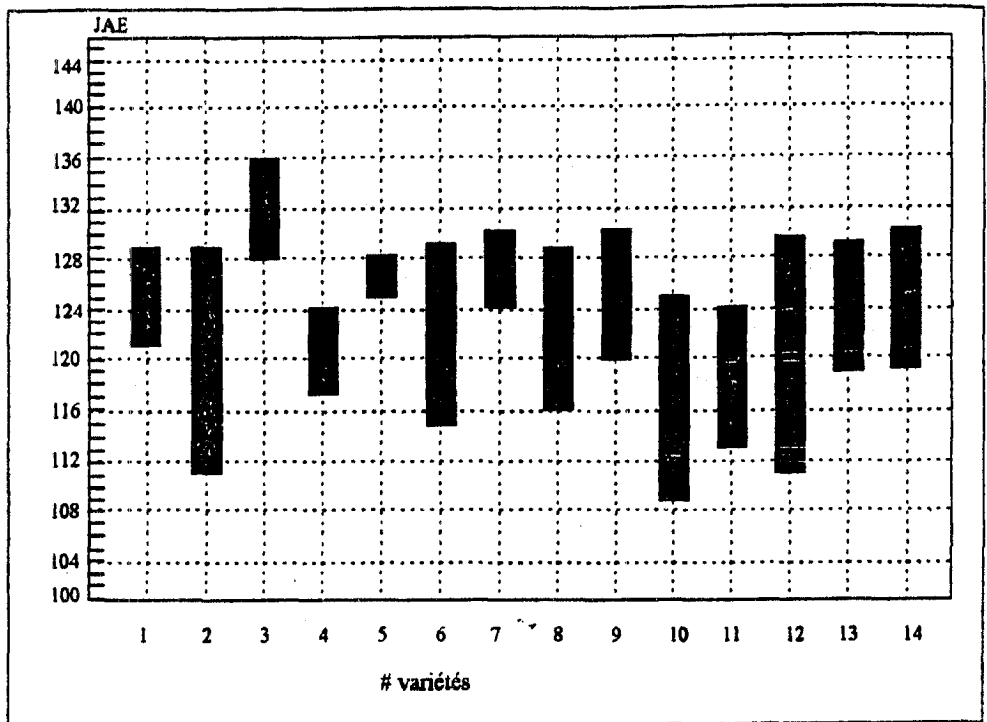


Figure 2. Variation de la précocité à l'épiaison des 14 génotypes de blé dur au cours des trois années (Nom des variétés : Voir Tab 2).

L'interaction GxE significative de la VEGP et DMAT, montre, selon les années, qu'une variété se révèle précoce et se classe parmi les premières variétés à épier, puis se révèle tardive une autre année. Le comportement, de deux groupes divergents pour la durée de la VEGP est illustré par la figure 3. C'est ainsi que sur la base des données de 1992/93, le groupe G1 des variétés Oued Zénati, Bidi 17 et 417/458 se classe comme précoce à l'épiaison relativement au groupe G2 constitué des variétés Acu, Creso, Cando et Waha. Au cours des deux années qui suivent, le classement de ces deux groupes change.

Deux hypothèses probablement complémentaires pourraient être avancées pour expliquer une telle interaction. La première est liée à la sécheresse relativement importante qui a été observée au mois d'avril 1993 où la pluviométrie enregistrée est de 12,5 mm. Cette sécheresse a engendré une stagnation de la croissance végétative qui s'est faite sentir surtout chez les variétés précoces. Au mois de Mai qui suit, des pluies importantes sont enregistrées (62,8 mm) et ont permis aux variétés tardives d'épier et de croître normalement alors que les variétés précoces plus affectées par la sécheresse ont du mal à repartir normalement d'où leur tardiveté à l'épiaison.

La seconde concerne les gelées printanières qui touchent surtout les variétés plus précoces à montaison et détruisent les épis formés par les tiges principales. Cette situation incite la culture à compenser ces pertes de tiges principales par le départ d'autres talles qui réussissent à épier grâce aux pluies plus importantes de fin de cycle. Cette seconde génération d'épis accuse un retard à l'épiaison par rapport à la génération d'épis normaux des variétés tardives.

Sur la base des données d'une seule année (1994/95), les phases végétative et de maturité sont négativement corrélées avec le nombre d'épis et de grains/m², et positivement corrélées avec le PMG et la hauteur. Les 3 phases de développement ne sont pas liées significativement avec le rendement (Tab. 3). Knott & Gebeheyu (1987) rapportent une faible liaison entre le rendement et VEGP, et aucune entre le rendement et DMAT. Ils considèrent qu'une longue période de croissance peut augmenter le rendement comme elle peut en être la cause d'une baisse, surtout dans le cas où les conditions de croissance en fin de cycle sont défavorables.

Selon Avey et al. (1982) la durée de remplissage du grain est plus importante dans la contribution à un haut rendement que l'indice de remplissage. Le taux de remplissage par grain explique mieux les différences dans le poids moyen du grain que les différences dans la durée des phases. La corrélation négative liant la phase de maturité à l'indice de remplissage par m², montre qu'une variété tardive à maturité possède un faible indice de remplissage/m². C'est le cas de la variété 417/458, qui possède toutefois un bon poids de 1000 grains, probablement parce qu'elle se caractérise par une vitesse de remplissage par grain très élevée. Les variétés tardives sont les plus hautes mais aussi les plus faibles en rendements, la hauteur étant négativement corrélée au rendement (Tab. 3). Harrabi & Bouslama (1989) trouvent que la hauteur de la plante est positivement associée au rendement.

Tableau 3: Corrélations entre paires de caractères mesurés en 1994/95.

NE	NGE	NGM ²	PMG	RDT	HI	BIO	HT	VEGP	MAT	GFP	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
2	0,33										
3	0,72	0,89									
4	-0,69	-0,50	-0,72								
5	0,56	0,88	0,90	-0,36	1,00						
6	0,34	0,65	0,63	-0,22	0,72						
7	0,28	-0,13	0,03	0,00	0,06	-0,51					
8	-0,74	-0,30	-0,55	0,43	-0,51	-0,40	-0,05				
9	-0,74	-0,38	-0,63	0,77	-0,41	-0,19	-0,02	0,62			
10	-0,71	-0,46	-0,68	0,79	-0,45	-0,31	0,10	0,49	0,92		
11	-0,15	-0,32	0,30	0,32	-0,21	-0,33	0,33	-0,13	0,15	0,53	
IR	0,53	0,88	0,89	-0,44	0,94	0,74	-0,04	-0,39	0,38	-0,55	-0,52*

r5% = 0,53 et r1% = 0,66

L'analyse des effets directs et indirects montrent que les caractères que NGE et NE ont des effets directs très prononcés sur le rendement. Le PMG et VEGP n'ont que des effets directs modérés, alors que l'indice de récolte et la GFP ont des effets négligeables (Tab. 4). L'effet direct nul de l'indice de remplissage/m² contraste avec la forte valeur du coefficient de corrélation (0,94) qui le lie au rendement. En effet, cette corrélation est faite beaucoup plus d'effets indirects, surtout par l'intermédiaire du nombre de grains/épi et du nombre d'épis/m².

La corrélation non significative de la phase végétative avec le rendement est la résultante d'effets indirects négatifs appréciables via NE, NGE et d'effet indirect positif via le PMG. Une longue VEGP semble être associée à une production réduite de NE, NGE, et à un grain plus gros. La phase de remplissage ne semble pas jouer un rôle important dans la variabilité du rendement du groupe variétal étudié. En effet, sa corrélation non significative avec le rendement est faite d'effets indirects négligeables, positif via le PMG, contrebalancé par des effets négatifs via le nombre de grains/épi (Tab. 4). La forte corrélation de l'indice de récolte avec le rendement est faite aussi d'effets indirects assez importants via les nombres de grains/épi et d'épis/m². Les meilleurs rendements sont donc le résultat de capacités génétiques à produire plus d'épis par unité de surface associées à une bonne fertilité. Le nombre de grains/m² qui en résulte induit un indice de remplissage/m² assez élevé. Ces caractéristiques sont associées à une courte VEGP qui imprime la précocité à maturité.

CONCLUSION

En zone semi-aride une longue phase végétative ne semble pas intéressante à cause des effets génétiques, doublements négatifs sur le rendement et sur ses composantes directes: NE et NGE. Cependant, la longueur des phases du développement doit être discutée en relation avec les contraintes climatiques que rencontre la plante au niveau de sa zone de culture, caractérisée par une sécheresse intermittente, avec des effets plus accentués en fin de cycle et des risques de gel tardif assez fréquents. Pour la région d'étude, les cultivars tardifs à l'épiaison, précoces à maturité sont plus désirables parce qu'ils présentent moins de risques vis-à-vis de la contrainte du gel.

Ce type de matériel semble préférable à condition que lui soient associées des capacités de production d'épis et de grains par épi assez conséquentes qui induisent des indices de récolte et de remplissage assez élevés pour aboutir à des rendements acceptables. Ce faisant, il faut accepter une plus faible performance qui est liée à ce type de cultivars, dans la mesure où on privilégie la stabilité de production.

Tableau 4: Effets directs (Pi) et indirects (rPj) des caractères mesurés sur le rendement (1994/95).

	Pi	rPj							
		NE	NGE	PMG	GFR	VEGP	GFP	HI	r
NE	0,85	—	0,38	-0,27	0,00	0,23	0,01	0,02	0,56*
NGE	1,16	0,30	—	-0,20	0,00	0,12	0,02	0,04	0,88*
PMG	0,40	-0,60	-0,60	—	0,00	-0,24	0,02	0,01	-0,36*
HI	0,6	0,30	0,76	-0,10	0,00	0,02	0,02	—	0,72*
VEGP	-0,31	-0,63	-0,44	0,31	0,00	—	-0,01	-0,01	-0,41
GFP	-0,08	-0,13	-0,37	0,13	0,00	-0,5	—	-0,02	-0,21
IR	0,00	0,45	1,02	-0,17	—	0,12	0,04	0,05	0,74*

* significatif à 5%

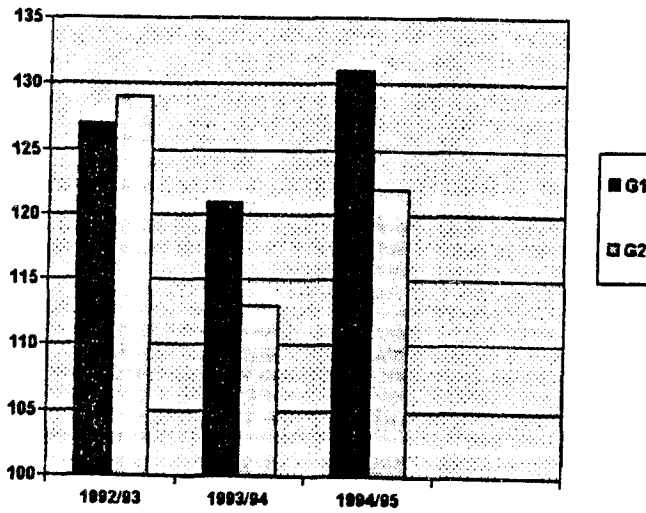


Figure 3. Interaction G x E de la VEGP chez le blé dur (JAE = jours après épiaison).

Références

- Aksel R. and Johnson LPV. (1961)** Genetic studies in sowing to heading and heading to ripening periods in barley and their relation to yield and yield components. *Can. J. Gen. & Cytol.* 3:242-259.
- Avey DP., Ohum HW. and Nyquist WE. (1982)** Three cycles of simple recurrent selection for early heading in winter wheat. *Crop Sci.* 22:908-912.
- Bouzerzour H. and Hadj Sahraoui A. (1989)** Performances des variétés de céréales en milieu producteur. Doc. Interne FEA ITGC Sétif 9 pp.
- Bouzerzour H. and Benmahammed A. (1993)** Environmental factors limiting barley grain yield in the high plateaux of eastern Algeria. *Rachis* 12:11-14.
- Ceccarelli S., Grando S. and Hamblin J. (1992)** Relationships between barley yield measured in low and high yielding environments. *Euphytica* 64:49-58.
- Comstock RE. and Robinson HF. (1948)** The components of genetic variance in populations. The average degree of dominance. *Biometrics* 4:254-266.
- Dewey DR. and Lu KH. (1959)** Correlations and path analysis of components of crested wheat seed production. *Agro. J.* 51:1-10.
- Hadjichristodoulou A. (1987)** The effects of optimum heading date and its stability on yield and consistency of performance of barley and durum wheat in dry area. *J. Agric. Sci Camb.* 108:599-608.
- Harrabi M. and Bouslama M. (1989)** Correlation between yield components and some agronomic traits in barley. *Revue INAT* 46:57-67.
- Knott DR. and Gebeyehou G. (1987)** Relationships between the length of the vegetative and grain filling periods and agronomic characters in 3 durum wheat crosses. *Crop Sci.* 27:857-860.
- Wardlaw IF. and Moncur L. (1995)** The response of wheat to high temperature following anthesis. I. The rate of duration of kernel filling. *Aust J. Plant Phys.* 22:391-397.