

ETUDE COMPARATIVE DES VARIETES DE BLE DUR (*TRITICUM DURUM* DESF.) D'ORIGINE ALGERIENNE, SYRIENNE ET EUROPEENNE SOUS CLIMAT DE TYPE MEDITERRANEEN

Reçu le 11/03/2000 – Accepté le 13/11/2001

Résumé

La présente étude, conduite à la station ITGC de Sétif, s'est fixée comme objectif la comparaison du comportement de trois sources de germoplasme: algérienne, syrienne et européenne. Les résultats montrent que, parmi les caractères mesurés, seules la hauteur des plantes et la durée de la phase végétative discriminent nettement entre la source locale et les deux autres sources de germoplasme qui paraissent assez proches génétiquement. La source locale est plus tardive au stade épiaison et plus haute de paille. Il est conclu que le choix de la source de germoplasme en fonction de sa réponse aux différents stimulus environnementaux est important car il détermine le fond génétique qui doit accumuler les caractéristiques désirables pour l'atteinte de l'objectif fixé.

Mots clés: *Triticum durum*, Germoplasme, Phénologie, Rendement, Discriminant.

Abstract

The objective of this study which was conducted at the ITGC agricultural experimental station of Sétif, was the comparison of three germplasm sources: local, syrian and european. The results showed that only plant height and duration of the vegetative phase, from all the measured traits, were highly discriminant between the local and the other two germplasm sources which appeared as quite similar genetically. Local source was very late at heading and tall. It is concluded that the choice of germplasm source according to its response to environmental stimuli, is important because it decides of the genetic basis which accumulates the desired characteristics for the achievement of the assigned objective.

Key words: *Triticum durum*, Germplasm, Phenology, Grain yield, Discriminante.

A. AMOKRANE¹
H. BOUZERZOUR¹
A. BENMAHAMMED²
A. DJEKOUN³
A. MEKHOULOUF⁴

¹ Institut des Sciences Naturelles
Centre Universitaire Oum El Bouaghi, Algérie
² ITGC Sétif, Algérie
³ Labo. Ecophysiology, Université Mentouri, Constantine, Algérie
⁴ INRA Sétif, Algérie

ملخص

تستهدف هذه التجربة التي أجريت في محطة التجارب الزراعية بسطيف إلى مقارنة ثلاث مصادر وراثية: محلية، سورية و أوروبية. تبين النتائج بان من بين الصفات المقاسة، طول النبات و الدورة الخضريّة يفصلان بين المصدر المحلي و المصدران الأخرين اللذان يظهران تشابه وراثي. يتصف المصدر المحلي بتخلف الإنبال و طول قامة النبات. يستخلص بان اختيار المصدر الوراثي علي أساس استجابته لمحفزات الوسط الزراعي مهمة لأنها تحدد الطراز الوراثي الذي يجمع فيه الصفات المرغوبة للوصول إلي الهدف المحدد.

الكلمات المفتاحية: *Triticum durum*, مصادر وراثية، مردود الحبوب، الفاصل.

La sélection du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zones semi-arides a pour objectif l'amélioration de la stabilité et du niveau des rendements grains. L'amélioration de la stabilité et du niveau des rendements grains. L'amélioration de la productivité a été plus aisée suite au criblage de la grande variabilité introduite des centres internationaux. Les efforts pour stabiliser les rendements restaient sans résultats, parce que la régularité de la production est liée à l'adaptation au milieu de production [1,2,3]. L'amélioration simultanée de l'adaptation au milieu et du niveau des rendements nécessite donc le choix, aux fins de croisements, de germoplasme approprié [4,5,6]. Il est attendu de la source exotique choisie l'apport de caractéristiques désirables dont, entre autres, la durée du cycle de développement, la tolérance des stress abiotiques et la productivité. Ces caractéristiques doivent compléter celles existantes chez la source à laquelle elle sera croisée. La source choisie ne doit pas, si possible, présenter de faibles valeurs pour les caractères pour lesquels un gain appréciable a déjà été obtenu. La présente contribution se fixe comme objectif de comparer les caractéristiques phéno-morpho-physiologiques des variétés provenant des programmes de sélection européen et syrien aux variétés populations locales. Elle vise aussi l'identification des caractéristiques désirables apportées par chaque source et qui sont susceptibles d'être prises en considération en croisements dans les milieux semi-arides d'altitude.

MATERIELS ET METHODES

Le matériel végétal évalué est constitué de variétés-populations algériennes et de sélections syriennes et européennes dont le nombre est de 410, évalués au cours de la campagne 1997/98 et 54 variétés représentatives, suivies l'année suivante (1998/99). Le matériel végétal a été semé sur le site expérimental de la station de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Sétif, dans des parcelles élémentaires de 4 rangs de 5 m de long avec un espace inter-rangs de 20 cm. Les notations ont porté sur la durée de

Axes	1997/98										
	TF	DHE	BIO	NE	WE	WIE	RDT	HI	IB	PHT	CYL
1	0.97	0.99	0.99	0.54	0.99	0.99	0.99	0.99	-0.98	0.99	0.71
2	0.23	0.16	-0.11	0.84	-0.09	-0.15	-0.09	0.05	0.10	0.04	-0.71
	1998/99										
	LR	LF	Gel	NE	NGE	PMG	BIO	HI	TCV	DHE	PHT
1	0.92	0.70	0.67	-0.77	-0.80	0.79	0.65	-0.95	-0.99	0.90	0.94
2	-0.39	-0.71	-0.73	-0.63	-0.60	-0.60	-0.76	-0.31	0.06	-0.44	0.33
	TRE	VDE	RDT								
1	-0.82	0.12	-0.51								
2	0.57	-0.99	-0.86								

Tableau 1: Corrélations inter-classes entre les variables mesurées et les axes discriminants de l'AFD.

TF= test du froid; DHE= nombre de jours du 1 janvier au stade épiaison; BIO= matière sèche accumulée au stade maturité (q/ha); NE = nombre d'épis/m²; WE= poids des épis/m² (g); WIE= poids moyen d'un épi (mg); RDT= rendement grain (q/ha); HI= indice de récolte (%); IB = indice de battage (%); PHT = hauteur (cm); CYL= nombre de jours du 1 janvier au stade maturité; LR= enroulement de la feuille étandard (échelle 1 à 9); LF= dessèchement du feuillage (échelle 1 à 9); Gel = dégâts du gel sur épi (échelle 1 à 9); NGE = nombre de grains/épi; PMG= poids de 1000 grains; TCV= température du couvert végétal, TRE = teneur relative en eau de la feuille étandard; VDE= vitesse de perte d'eau (mg/ min/cm²).

la phase végétative et du cycle, le poids de la matière sèche accumulée à maturité, le nombre d'épis/m², la hauteur de paille, le rendement et l'indice de récolte. Le test de la tolérance au froid de la couronne a été réalisé au stade tallage selon la procédure décrite par Marshall et Kolb [7].

Au cours de la seconde campagne, ont été également déterminés le poids de 1000 grains, la teneur relative en eau de la feuille étandard, mesurée selon la méthode décrite par Araus *et al.* [8], le dessèchement de l'ensemble du feuillage, l'enroulement de la feuille étandard et les dégâts du gel sur épi, notés au stade épiaison sur une échelle de 1 à 9, en accord avec Acevedo *et al.* [4] et Paulsen et Heysen [9]. La température du couvert végétal a été prise avec un thermomètre à infra-rouge à 1400 GMT, en adoptant la méthode donnée par Reynolds *et al.* [10]. La vitesse moyenne de déperdition de l'eau par unité de surface foliaire a été estimée par régression du poids frais au temps t₁ déduit du poids frais au temps t₂ sur la surface foliaire, en accord avec Shirefaw et Baker [11]. Quatre feuilles étandards excisées ont été mises à dessécher, à cet effet, dans une étuve de marque Memmert, à 40°C. Le poids foliaire est mesuré toutes les 10 minutes, jusqu'à 160 minutes. L'ensemble des données collectées ont été traitées par une analyse factorielle discriminante (AFD) pour caractériser les différentes sources de germoplasme évaluées.

RESULTATS ET DISCUSSION

Ressemblances et dissemblances entre les sources de germoplasme

Les campagnes 1997/98 et 1998/99 ont enregistré un cumul pluviométrique, de septembre à juin, de 457,8 et 353,1 mm comparativement à 370 mm pour la moyenne pluriannuelle (1980/1999). Le cumul des écarts pluviométriques, par rapport à la moyenne pluriannuelle, montre des excédents d'eau enregistrés au cours de l'automne et en début de l'hiver. Le déficit relatif est intervenu dès la sortie de l'hiver et s'est maintenu jusqu'au mois d'avril pour la campagne 1997/98 et jusqu'à la fin du mois de juin pour la campagne 1998/99 (Fig. 1).

Les fortes pluies des mois de mai et juin 1998 ont permis d'enregistrer un écart positif de près de 90 mm à la fin du cycle, alors que la seconde campagne se termine par un déficit de près de 20 mm (Fig. 1).

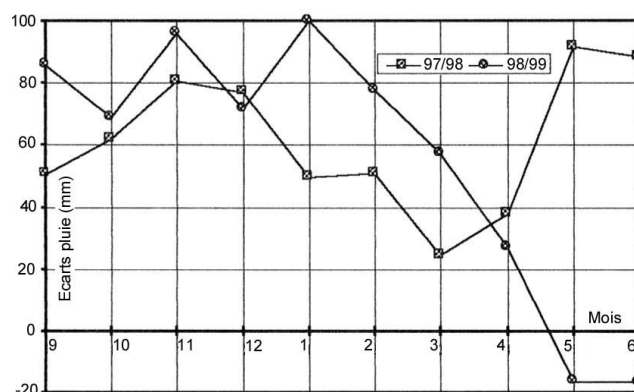


Figure 1: Cumul des écarts pluviométriques enregistrés au cours des campagnes 1997/98 et 1998/99 par rapport à la normale 1980/99.

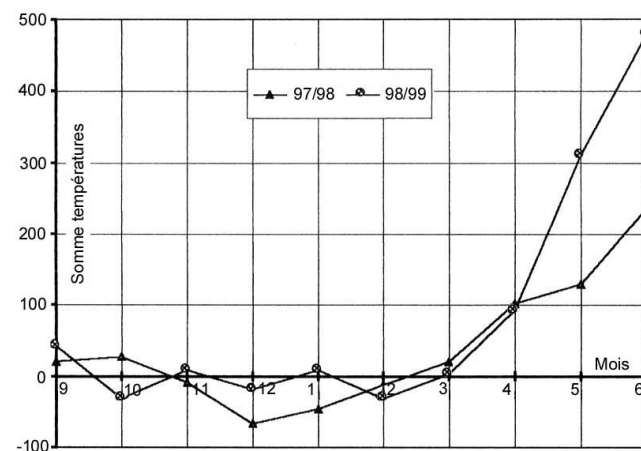


Figure 2: Ecart des sommes de degrés-jours accumulés au cours des campagnes 1997/98 et 1998/99 par rapport à la normale 1980/96.

Le cumul des écarts des degrés-jours de la campagne 1998/99 est devenu positif à partir du mois de mars pour excéder le cumul normal (1980/1999) de près de 500 degrés-jours à la fin du cycle de la plante (Fig. 2). La campagne 1997/98 a été par contre légèrement plus froide au cours de l'hiver puis le climat s'est radouci en fin de cycle (Fig. 2).

L'analyse factorielle discriminante (AFD) des données de 1997/98 indique que l'axe 1 explique 90,3% de l'inertie totale. Cet axe représente la biomasse aérienne, le poids des épis/m², le poids de l'épi moyen, le rendement, l'indice de récolte, la hauteur des plantes et la durée de la phase végétative. L'axe 2 représente le nombre d'épis/m² et la durée du cycle de développement (Tab. 1). Par contre, l'AFD des données de 1998/99 montre que l'axe 1 explique 81,8% de l'inertie et représente l'enroulement de la feuille étendard, le poids de 1000 grains, la durée de la phase végétative, la hauteur des plantes, le nombre d'épis, le nombre de grains/épi, l'indice de récolte, la température du couvert végétal et la teneur relative en eau. L'axe 2 représente le dessèchement du feuillage, les dégâts du gel de printemps, la biomasse aérienne, la vitesse de perte d'eau par la feuille excisée et le rendement grain (Tab. 1).

Parmi les caractères mesurés au cours des deux années, le nombre d'épis/m², la biomasse aérienne et le rendement grain changent de liaisons avec les axes de l'analyse factorielle discriminante. Ces changements indiquent la variation de ces caractères, en fonction de l'environnement, chez les sources de germoplasme étudiées. Ces caractères ne sont donc pas discriminants des différentes sources.

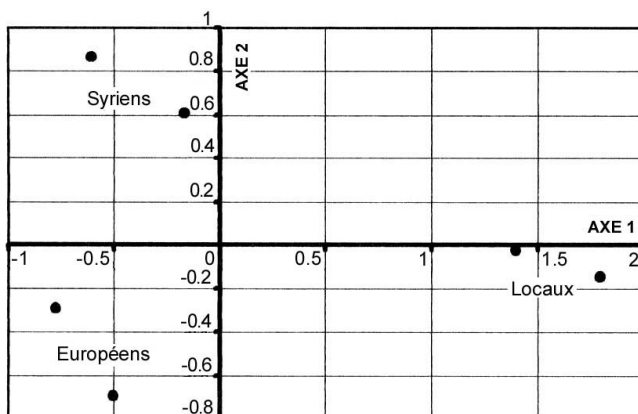


Figure 3: Position selon les axes 1 et 2 de l'AFD des sources de germoplasme évaluées.

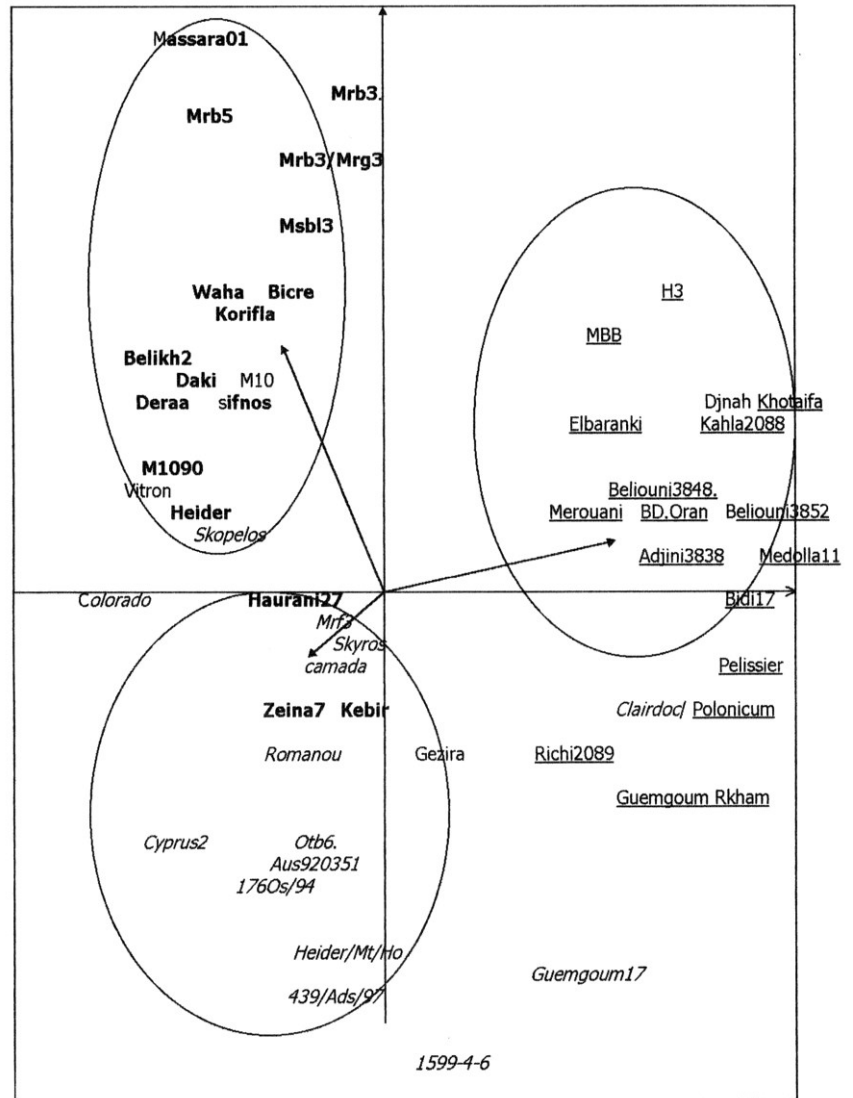


Figure 4: Représentation des groupes de génotypes sur le plan des axes 1 et 2 de l'analyse factorielle discriminante (Local, Syrien, Européen).

De par sa position selon les axes 1 et 2 de l'AFD, le groupe de variétés locales s'oppose sur l'axe 1 aux groupes de variétés syriens et européens. Ces derniers s'opposent sur l'axe 2 (Fig. 3, 4). Le groupe des variétés locales est qualitativement mieux représenté par l'axe 1, celui des lignées syriennes est mieux représenté par l'axe 2, au cours des deux années, alors que le groupe de variétés européennes est mieux représenté par l'axe 1, en première année puis il dévie vers l'axe 2 en deuxième année (Fig. 3, 4). La distance D de Mahalanobis indique que le groupe de variétés locales est le plus distant des deux autres sources qui sont relativement plus proches. Les valeurs prises par D, pour les deux années d'évaluation, sont 2,3107 et 2,0670 entre locales et syriennes, 2,2522 et 1,9332 entre locales et européennes et 0,8308 et 1,4169 entre syriennes et européennes. Les dissemblances entre les sources de germoplasme, dont les taux de classement sont de 78,3% et 80,1% pour les deux années consécutives, apparaissent au tableau 2 qui donne les moyennes caractéristiques des trois

sources pour les caractères mesurés. Les différences les plus importantes sont discutées ci-après.

La tolérance au froid

La tolérance au froid montre des résultats différents selon la nature du test utilisé. Le test de la couronne, effectué sur plantule, indique que les variétés locales sont résistantes et les syriennes plus sensibles. Les notations des dégâts de gel sur épi montrent le contraire (Tab.2). Les deux tests expriment donc deux phénomènes peu liés. Le premier est plus indicateur de la tolérance au froid hivernal, alors que le second mesure la tolérance à un stade plus avancé. Les résultats des dégâts de gel sur épi montrent que le matériel local est aussi sensible que le matériel syrien ou européen, pour peu qu'il soit exposé à cette contrainte. La tolérance des variétés locales à ce type de contrainte, souvent rapportée [12, 13], n'est en fait que de l'esquive.

En effet, lorsque l'avènement du gel printanier est assez tardif, les génotypes précoces peuvent y échapper et faire des bons rendements, à l'inverse des variétés tardives, qui sont certes plus sujettes aux effets pénalisants du déficit hydrique et des hautes températures de fin de cycle [14]. Pour ce qui est de la tolérance au gel tardif, caractéristique désirable pour consolider l'adaptation à l'environnement de production, ces résultats n'aboutissent donc pas à l'identification de la source de germoplasme la plus appropriée.

	Global	Syrien	Européen	Local	etr
TF	2.5	2.1	2.5	3.5	1.7
Gel	2.9	2.0	3.1	3.6	1.2
DHE	115	112.1	114.9	123.7	4.0
	125.6	123.6	125.3	127.9	3.0
NE	350	340	358	355	92.0
	534	528	551	514	132
DRT	23.0	19.3	20.5	40.8	10.6
	36.7	32.5	41.9	32.8	11.1
HI	21.4	19.7	20.9	27.9	7.3
	32.1	32.7	35.3	26.5	5.0
PHT	75.9	66.6	74.9	106.3	13.3
	58.9	58.0	53.8	67.7	5.2
BIO	103.1	95.2	96.4	144.0	27.9
	113.2	98.5	116.4	123	20.7
CYL	164.5	164.8	163.3	166.9	3.1
LR	3.5	3.2	3.4	3.8	1.12
LF	6.7	6.0	6.7	7.0	0.9
TCV	38.1	39.2	38.9	35.9	2.7
TRE	79.3	82.9	79.1	75.7	6.1
PMG	25.5	24.2	25.6	27.6	3.3
VDE	27.5	23.1	30.0	27.9	4.5

Tableau 2: Valeurs moyennes des caractères mesurés chez le germoplasme au cours des deux années d'étude (ligne 1= 1997/98, ligne 2 = 1998/99).

La durée des phases de développement

La distribution fréquentielle de la durée de la phase végétative montre une étendue plus importante chez la source locale, parce que peu de sélections artificielles ont été faites sur la base de cette caractéristique. L'étendue est très limitée chez la source syrienne, où on observe un regroupement plus important, indicateur des effets de la

sélection pour diriger ce caractère vers une durée bien déterminée. La source européenne présente une étendue plus importante puisque l'étalement de la courbe indique la présence de génotypes plus précoces et aussi tardifs que ceux observés chez la source syrienne (Fig. 5). La différence entre les moyennes des deux années pour la durée de la phase végétative est de 10 jours pour l'ensemble du germoplasme évalué (Tab.2).

Cette différence est réduite à 4 jours chez la source locale. Les variétés-populations locales réagissent donc différemment à la variation des degrés-jours accumulés et à la luminosité. Les variétés européennes et syriennes semblent répondre plus aux degrés-jours accumulés, de sorte que dès qu'il fait assez chaud, elles se développent rapidement, raccourcissant leur cycle de développement mesuré en jours, car elles sont relativement moins sensibles à la photopériode. Les variétés locales restent, par contre, assez sensibles à ce phénomène. La durée du cycle indique que les différences assez marquées pour la durée de la phase végétative, deviennent peu perceptibles à maturité. La durée de la phase de remplissage du matériel tardif, type local, est donc plus sujette aux effets des hautes températures de fin de cycle que ne l'est celle des variétés précoces au stade épiaison, type syrien ou européen. Ces résultats rejoignent ceux rapportés par Hoogendoorn [15] qui trouve que les gènes contrôlant la tardiveté sont associées à la réponse à la photopériode et aux températures vernalales alors que ceux contrôlant la précocité sont plutôt liés à l'alternativité. Les sources européenne et syrienne sont donc plus indiquées pour introduire l'insensibilité aux stimulus environnementaux (photopériode et températures vernalales) chez les variétés locales en vue d'améliorer la durée de la phase de remplissage du grain.

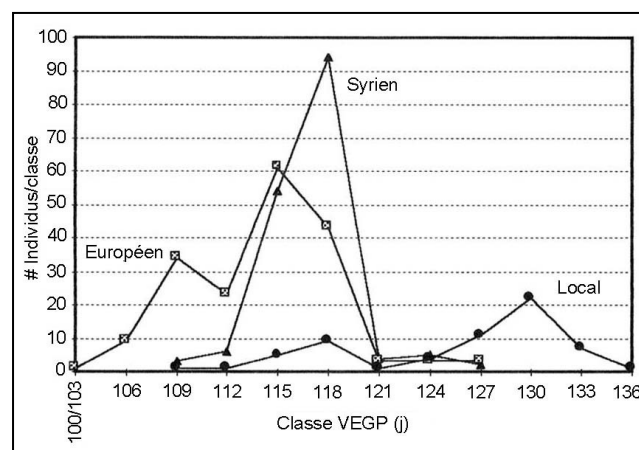


Figure 5: Distribution fréquentielle de la durée de la phase végétative chez les trois sources de germoplasme étudiées au cours de la campagne 1997/98.

Le rendement et ses composants

Les différences sont peu marquées, entre sources de germoplasme, pour le nombre d'épis/m². Elles sont, par contre, plus évidentes pour le rendement grain, le poids de 1000 grains et l'indice de récolte, au cours de la première année, où les variétés locales se sont montrées plus productives (+ 40 q/ha). Les variétés européennes et

syriennes divergent peu entre elles. Les variétés locales produisent autant que les syriennes. Ces deux sources sont déclassées par la source européenne qui montre de meilleures capacités de production d'épis/m² au cours de la seconde année (Tab.2). Les valeurs du rendement grain et de ses composantes, des différentes sources de germoplasme, varient plus en fonction de l'environnement de production que de l'origine géographique. Le choix d'une source plutôt qu'une autre, pour améliorer le rendement, semble plus difficile à faire sur la seule base de cette variable. D'autres caractéristiques sont nécessaires pour aider à faire un tel choix.

La biomasse aérienne, la hauteur et le statut hydrique de la plante

Le matériel végétal local s'est distingué, une année sur deux, des autres sources par une production de biomasse aérienne élevée (Tab.2). La biomasse aérienne apparaît donc comme une caractéristique soumise à l'interaction génotype × conditions de croissance du milieu. De ce point de vue, la source locale est, cependant, la plus intéressante. Les différences entre sources apparaissent aussi pour la hauteur des plantes qui est plus élevée chez les variétés locales. Ces résultats rejoignent partiellement ceux de Annichiarico et Pecetti [6] qui, comparant les variétés *typicum* aux variétés *syriacum*, trouvent que les variétés méditerranéennes de type *typicum* sont plus tardives, plus hautes et ont un meilleur poids de 1000 grains. La réduction de la taille des plantes, en réponse aux contraintes du milieu, est plus forte en valeur chez les variétés hautes que chez les semi-naines. Les variétés locales perdent 40 cm alors que les variétés syriennes n'en perdent que 10 cm uniquement, soit l'équivalent de 36 et 15% en valeur relative. Les résultats indiquent des différences pour la teneur relative en eau en faveur des variétés syriennes. Les variétés européennes se distinguent par une vitesse élevée de perte d'eau par unité de surface foliaire et un degré de dessèchement du feuillage plus prononcé. Les variétés locales ont une température du couvert végétal plus réduite que celle enregistrée chez les deux autres sources (Tab. 2).

L'information fournie par l'étude des corrélations indique que la production des épis par unité de surface est liée à la réduction de la durée de la phase végétative (rNE/DHE varie de -0.60* à -0.72* chez les trois sources et pour les deux années). Cette liaison est relativement plus stable et semble plus dépendante du génotype que de l'environnement de production. De ce point de vue, les sources européenne et syrienne sont les plus appropriées dans le cas où l'amélioration du rendement grain est essentiellement dépendante de l'augmentation du nombre d'épis/m². Le changement de signe des coefficients de corrélations de la durée de la phase végétative avec le rendement, selon l'environnement (rDHE/RDT varie de +0.20* à +0.50* et de -0.47 à -0.69*) et avec la biomasse aérienne, indique que la productivité est plus dépendante de la variation environnementale que du type de germoplasme utilisé. La corrélation de la durée de la phase végétative avec le dessèchement du feuillage (r varie de -0.20* à

-0.63*) montre que les génotypes tardifs sont plus affectés par les effets de la sécheresse de fin de cycle.

CONCLUSION

Les résultats de cette évaluation préliminaire montrent que les génotypes locaux se distinguent nettement des génotypes d'origine européenne et syrienne par une longue durée de la phase végétative, une meilleure production de biomasse aérienne et une hauteur de paille plus importante. En ce qui concerne le nombre d'épis/m², peu de différences apparaissent. Les sources européenne et syrienne restent très proches pour l'essentiel des caractères mesurés, quoique certaines différences apparaissent, notamment du point de vue tolérance au froid qui semble liée à la durée de la phase végétative chez la source européenne. L'étude des liaisons montre que le rendement grain est tributaire de la biomasse aérienne, qui est elle-même dépendante de la durée de la phase végétative. Celle-ci fait varier, selon l'environnement, la contribution des composantes du rendement et de la hauteur des plantes à la formation de la biomasse aérienne. C'est une importante source de l'instabilité des rendements grains. Il apparaît donc nécessaire de fixer la durée-seuil de cette phase pour favoriser l'esquive de certaines contraintes climatiques, au pic de l'avènement, dans la région des hauts plateaux. Ce seuil est tributaire de la réponse des variétés aux stimulus environnementaux, comme le cumul des degrés-jours, la photopériode et les températures vernalles. Les résultats de cette étude montrent que le germoplasme local est plus sensible à ces stimulus comparativement aux deux autres sources étudiées.

REFERENCES

- [1]- Fisher R.A., Maurer R., "Drought resistance in spring wheat cultivars. Grain yield responses", *Aust. J. Agr. Res.*, 29, (1978), pp. 897-912.
- [2]- Ceccarelli S., Acevedo E., Grando S., "Breeding for yield stability in unpredictable environments: single traits, interaction between traits, and architecture of genotypes", *Euphytica*, 56, (1991), pp. 169-185.
- [3]- Bouzerzour H., Djekoune A., "Etude de l'interaction G x E du rendement de l'orge en zone semi-aride", *Rev. Sci. & Techn. Univ. Constantine*, 7, (1996), pp. 16-28.
- [4]- Acevedo E., Craufurd P.G., Austin R.D., Perez Marco P., "Traits associated with high grain yield of barley in low yielding environments", *J. Agric. Sci. Camb.*, 116, (1991), pp. 23-36.
- [5]- Arous J.L., Amaro T., Voltas J., Nakhoul H., Nachit M.M., "Chlorophyll fluorescence as a selection criteria for grain yield in durum wheat under mediterranean conditions". *FCR*, 55, (1998), pp. 209-223.
- [6]- Annichiarico P., Pecetti L., "Morpho-physiological traits to complement grain yield selection under semi-arid mediterranean conditions in each of the durum wheat types Mediterranean, Typicum and syriacum", *Euphytica*, 86, (1995), pp. 191-198.
- [7]- Marshall H.G., Kolb F.L., "Individual crown selection for resistance to freezing stress in winter oats", *Crop Sci.*, 22, (1982), pp. 506-510.

- [8]- Arous J.L. , Ali Dib T., Nachit M.M., "Some insight into morphophysiological traits associated with cereal yield increases in mediterranean environments", In: Proceedings of the SEWANA Network Workshop, 20-23/03/1995, Icarda, Syria, Eds. MM. Nachit, M. Baum, E. Porceddu, P. Monneveux, E. Picard. (1995), pp. 139-158.
- [9]- Paulsen G.M., Heysen E.G., "Grain production of winter wheat after spring freeze injury", *Agro. J.*, 75, (1983), pp. 105-107.
- [10]- Reynolds MP., Balota M., Delgado M.I.B., Amani I., Fischer R.A., "Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot, irrigated conditions", *Aust. J. Plant. Physiology*, 21, (1994), pp. 717-730.
- [11]- Shirefaw B., Baker D.A., "An evaluation of drought screening technics for eragrostis tef", *Trop Scvi.*, 36, (1996), pp. 74-85.
- [12]- Bouzerzour H., Zerargui H., Dekhili M., "Relationships among duration of vegetative and grain filling periods and grain yield in durum wheat (*Triticum durum* Desf.)", *El Awamia* (Maroc), 27, (1995), pp. 116-122.
- [13]- Abbassenne F., Bouzerzour H., Hachemi L., "Phénologie et production du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi aride d'altitude", *Annales Agronomiques de l'ENSA* (Alger), 18, (1998), pp. 24-36.
- [14]- Ortiz-Ferrara G., Yau S.K., Assad Moussa M., "Identification of agronomic traits associated with yield under stress conditions", In: Physiology-Breeding of Winter Cereals for Stressed Mediterranean Environments. Eds. INRA, Montpellier, France, Les Colloques, 55, (1989), pp. 67-88.
- [15]- Hoogendoorn J., "The physiology of variation of the time to ear emergence among wheat varieties from different regions of the world", *Euphytica*, 34, (1985), pp. 559-571. □