COMPORTEMENT VARIETAL DE 10 GENOTYPES CONTRASTES DE BLE DUR AUX CONTRAINTES ABIOTIQUES SOUS CLIMAT SEMI-ARIDE

BAHLOULI' F., BOUZERZOUR[2] H.
Faculté des Sciences, Université Mohamed Boudiaf, M'sila,
Correspondant : faycal.bahlouli(iii,caramail.com. Tel 063450615
- Faculté des Sciences, Université Ferhat Abbas, Sétif, bouzerzourheyahoo.fr

RESUME :

La présente recherche à pour objectif de connaître le comportement variétal de 10 génotypes contrastés de blé dur vis a vis des conditions très contraignantes du climat semi aride de l'est algérien (Sétif). L'expérimentation a été conduite sur le site expérimental de la station de recherche agronomique de l'institut technique des grandes cultures de Sétif durant six campagnes consécutives, de 1997/98 à 2002/03. Les résultats indiquent des aptitudes variétales très variés, chaque génotype présente des caractéristiques propre à lui, Waha est plus précoce à l'épiaison, courte de paille, productive et profite bien des conditions climatiques favorables ; à l'inverse Mbb est haute de chaume, tardive, peu productive mais ne valorise pas la fertilité du mil ieu. Massaral est moins productive et répond moins à la fertilité du milieu. Derraa est plus haute, tardive, plus productive et répond mieux à la fertilité du milieu. Heider est plus tolérant aux températures élevées, au même titre d'ailleurs que Mrb5 et. Heider/Martes/tHuevos de Oro se montre plus thermo-sensible et relativement plus stable. Heider se porte mieux lors des années plus difficiles et Çyprus 1 se comporte mieux en années favorables. Cette étude nous montre qu'en moyenne des six campagnes, les deux variétés Mrb5 et Çyprus 1 possèdent les caractéristiques recherchés et qui sont les plus proches du génotype adapté au climat semi -aride.

Mots clés: *Triticum durum,* idéotype, tolérance, thermo-résistance, climat semi-aride

ABSTRACT

The present research aims to understand varietal behaviour of 10 contrasting genotypes of hard wheat towards restrictive conditions of' the semi arid climate of the Algerian East (Sen f).The testing was undertaking on the experimental site of the agronomie research station of the technique institute of large seule farming during six consecutive agricultural labours front 1997/98 to 2002/03. The results show the diversity of the varietal aptitudes, each genotype was endowed with its own churacteristics.

Waha is more precocious to the ear emergence, short straw,productive and benefit from favourable elimatie conditions; to the reverse of Mbb, it is higher stuhble, Tate, less productive and devalue the fèrtility of the environment.

Massara 1 is less productive and respond lesser to the fertility of the environment. Derraa is more higher,late,more productive and respond better to the fertility of the environment

Heider is more tolerant to the high temperatures,such as Mrb5 et.Heider/Martes/Huevos the Oro seems more thermo sensitive temperature and obviously more stable. Heider is carr•ing better during the decult years and Cyprusl behave better during favourable years.

The present studv shows at the average of six agricultural labours, the two varieties Mrb5 and Cyprusl have an important characteristics which are the nearest to the adapted genotype in the semi arid climate.

Keywords: *Trillerai? Arum,* ideo type, thermo tolerant, semiarid climate

I. INTRODUCTION

La culture du blé dans les régions à climat semi-aride est soumise à différentes contraintes abiotiques qui minimisent de façon très significative le rendement en grain. Certains stades végétatifs sont particulièrement sensibles à ces contraintes climatiques (Paulsen et Heysen. 1983, Bouzerzour et Benmahammed 2002, Gate *et al.,* 1996, Mekhlouf *et al.,* 2002). La température conditionne l'absorption des éléments nutritifs, l'activité photosynthétique, l'accumulation de la matière sèche et le passage d'un stade végétatif à un autre (Van Oosterom *et al.,* 1993, Mekhlouf *et al.,* 2004).

Les hautes températures au seuil de 25 à 27C° affectent le nombre de grain/épi et le poids des grains, le nombre de grains/épi et le poids du grain sont fortement affectés (Cackett et Wall, 1971; Gate *et al.,* 1996, Fellah *et al.,* 2002). La température de l'ordre de + 6°C est rapportée comme étant destructive au stade formation du grain de pollen (Gate, 1995).

Sous étage bioclimatique semi-aride la quantité de pluie tombée est toujours inférieur aux besoins réels de la plante, la mal répartition des pluies dans le temps amplifie d'avantage les besoins en eau. La phase critique pour l'eau débute avec le stade gonflement et se termine 20 jours après l'épiaison, date de réalisation du palier hydrique (Oweiss *et al.,* 1998).

Passioura (1977) suggérait que la sélection dans les milieux où l'eau est un facteur limitant la production, la sélection doit être dirigée vers les lignées qui font une bonne utilisation de l'eau disponible et la valorisent sous forme de grain. Le stress hydrique raccourcit la durée de remplissage du grain et en combinaison avec les températures élevées ils inhibent l'accumulation de la matière sèche (Housley *et al.,* 1982, Wardlaw et Moncur 1995, Ellis *et al.,* 1997).

Le génotype désirable sous un environnement variable, comme c'est le cas du climat semi-aride, est celui qui peut éviter le stress garce à la modulation de son cycle de développement, maintenir l'activité photosynthétique sous stress, augmenter son taux de remplissage des graines et utiliser les assimilats stockés dans la tige (Dakheel *et al.,* 1993, Simane *et al.,* 1993, Mekhouf *et al.,* 2004).

PARMI LES DIX GENOTYPES EVALUES DANS LA PRESENTE ETUDE QUEL EST CELUI QUI SE RAPPROCHE LE PLUS DE CETTE DEFINITION ?

II . MATERIEL ET METHODES

Mise en Place de L'expérimentation

L'expérimentation a été conduite sur le site expérimental de la station ITGC de Sétif, située à 4 km au sud ouest de la ville de Sétif. Le site expérimental se trouve en partie dans la petite vallée de l'Oued Boussalem. Il est pratiquement soumis au climat des hautes plaines qui se caractérise par des hivers froids, un régime pluviométrique irrégulier, des gelées printanières très fréquentes et des vents chauds et desséchants en fin de cycle de la céréale (Baldy et *al.,* 1993). L'altitude moyenne est voisine de 1000 m.

Mise en place dans un dispositif en blocs randomisés, avec quatre répétitions, elle a durée six campagnes consécutives, de 1997/98 à 2002/03. La parcelle élémentaire est constituée de 6 rangs de 5 m de long, avec un espace inter-rangs de 20 cm et inter-blocs de 1,0 m. Le semis est effectué à la mi-novembre et la récolte est faite la troisième décade du mois de juin, avec un assolement blé-jachère travaillée. Les techniques culturales appliquées à l'expérimentation *SD»i* un labour profond réalisé au cours des mois de l'hiver, suivi de passages du cover-croop, au printemps pour reprendre le labour et détruire les adventices installés. Les dix variétés étudiées sont présentées dans le tableau 1 :

Tableau **1 :** Liste des variétés de blé dur étudiées et leur origine

Pedigree	Origine
5- Mbbachir	Algérie
10- Beliouni3258	Algérie
9- Waha	Algérie
7-Heider/Martes//Huevos de Oro	Algérie
6- Derraa	Syrie
8- Heider	Syrie
2- Massaral	Syrie
3- Mrb5	Syrie
1- 439/Ads/97	Italie
4- Cyprus 1	Chypre

Les génotypes sont de différentes origines, et leurs comportement suivant le milieu sera variable, ce qui va être vérifié dans la présente étude.

L'épandage de 46 unités/ha de superphosphate à 46%, et du passage d'un cultivateur sont effectués juste avant l'opération semis. L'apport de 75 kg/ha d'engrais azoté sous forme d'urée à 46%, suivi du désherbage au GranStar [Tribunéron méthyle]; à raison de 12 grammes mélangés dans 2501 d'eau/hectare, sont réalisés au stade plein stade tallage.

Mesures et Analyse des données

Les mesures effectuées ont porté sur:

- La date de réalisation du stade épiaison et du stade maturité, la durée de la phase végétation (PVG), La biomasse aérienne accumulée au stade épiaison (BE) et à maturité (BM), la durée de la phase remplissage du grain (PRG), la hauteur des plantes (HT, cm), Les bottillons récoltés au stade maturité servent au comptage des épis (NE) ramené à l'unité de surface (m^2), au rendement grain (RDT) et l'indice de récolte **(HI).** Le poids de 1000 grains (PMG). Le nombre de grains produit par unité de surface (NGM^2) et le nombre de grains par épi (NGE).

- La Vitesse de Croissance Végétative (VCV) qui est déterminée par le rapport BE/ PVG La Vitesse de remplissage par grain (V, mg/j). Elle est prise comme étant égale au coefficient de régression linéaire de la phase active de remplissage. La Vitesse de Remplissage ramenée au nombre de grains produits par m^2 (VRG, g/j/m-) est obtenue par le produit: **VRG = (V x NGM ^{2}) / 1 000**
-La Durée de remplissage (D, j). est déterminée par le rapport de 95% du poids du grain atteint à maturité sur la vitesse de remplissage par grain (V): **D = 0,95 P1G /V**

- -L'évolution du poids de la matière sèche accumulée dans les graines est décrite en utilisant la technique de la régression. La relation entre le poids de la matière sèche et le nombre de jours après l'anthèse est décrite par un polynôme du troisième degré (Giunta *et al.,* 1995) de forme: **RDT= a x bt** x ct^2 x dt^3

Avec : RDT = poids moyen de la matière sèche des graines (g/m^2)

a, b, c et d = les coefficients de régression du modèle

t = est le temps écoulé, en jours calendaires, à partir de la date d'épiaison prise comme le temps zéro du début du remplissage.

- La vitesse de remplissage par grain (V, mg/j) est estimée par régression linéaire. La vitesse de remplissage ramenée au nombre de grains produits par m^2 (VRG, $g/j/m^2$) est obtenue par le produit **VRG = (V x NGM^2)/1000**

- Une analyse en composantes principales (acp) est menée *avec* plusieurs variables relatives aux caractéristiques recherchées chez l'idéo type. Parmi ces variables on a la moyenne du rendement grain des six campagnes qui estime la capacité de production génotypique. L'intégration du coefficient de régression du rendement (b) donne une mesure de la stabilité de production dans le temps et dans l'espace, l'étude de la stabilité a été abordée par la méthode de Finlay et Wilkinson (1963), la hauteur des chaumes et la durée de la phase végétative ont été intégré sous forme d'écarts par rapport aux valeurs moyennes du cultivar mbb. la thermo tolérance est représenté par la réponse du poids de 1000 grains à la température maximale et le degré de compensation entre le nombre de grains par unité de surface et le poids individuel du grain par le coefficient de régression entre ces deux variables.

Etude Climatique

La quantité moyenne de pluies enregistrées par campagne agricole est variable, la valeur la plus élevée était durant la campagne 2002/2003 avec 521.8mm, la plus basse au cours de la campagne 2001/2002 avec 215.9 mm. Durant les campagnes expérimentales, la quantité de pluie tombée était pour la première année moyenne, la deuxième année était faible et la troisième importante on la comparant avec la moyenne 1981/2003 (Tableau 2).

Une comparaison inter mensuelle des deux années extrêmes (2001/2002 et 2002/2003) nous révèle des fluctuations de quantités de pluie variable selon les mois, mais en moyenne elle est en faveur de la campagne 2002/2003 (Fig. 1).

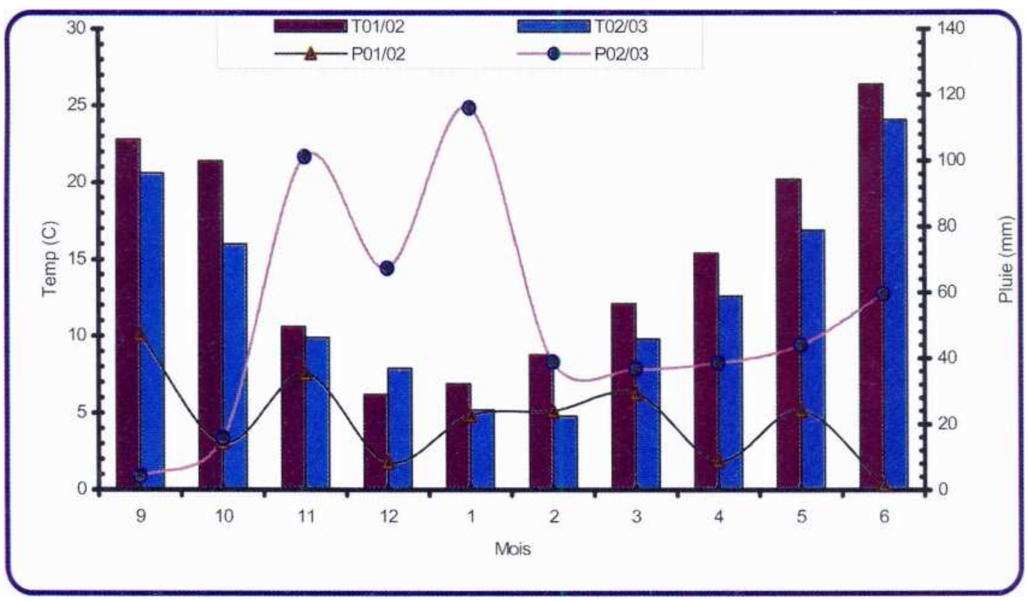


Fig . 1 Variations de la pluviométrie et de la température moyenne mensuelle des campagnes extrêmes du site expérimental.

Concernant la température moyenne, on enregistre une diminution qui débute à partir du mois de Septembre (environ 20°C) jusqu'au mois de Février (environ 6°C), puis elle remonte vers le mois de Juin (environ 25°C), cette augmentation de température coïncide avec la phase de remplissage des grains (tableau 2).

Tableau 2 : Données climatiques de la période étudiée

		Campagnes						
Mois		**97/98**	**98/99**	**99/00**	**00/01**	**01/02**	**02/03**	**81-03**
9	P	84.5	120	85.5	39.4	47.2	4.3	42.9
	T	22.1	22.7	24.7	23.4	22.8	20.6	21.5
10	P	45.1	16.5	50.1	47.3	14.4	15.9	32.8
	T	16.1	13.5	19.5	15.6	21.4	16.0	16.0
11	**P**	69.4	57.9	23.9	15.2	35.3	101.2	37.2
	T	9.2	9.3	9.6	10.4	10.6	9.9	10.1
12	P	43.7	23.2	80.9	61.3	8.5	67.4	44.1
	T	6.6	5.7	6.7	8.4	6.2	7.9	6.6
1	P	9.6	65.3	5.9	79	22.7	116	41
	T	6.1	6.3	4.6	6.6	6.9	5.2	5.7
2	P	39.8	15.9	5.7	20.4	24	38.8	34.8
	T	7.8	5.4	8.8	7.0	8.8	4.8	6.9
3	P	13.1	19.4	21.5	8.6	29.3	36.6	33.1
	T	10.0	9.9	15.5	17.1	12.1	9.8	9.8
4	P	52	8.4	58.9	13.2	8.8	38.4	34.6
	T	14.2	14.5	15.0	16.0	15.4	12.6	12.4
5	P	101.2	4.3	61.9	19.3	24.2	43.8	44.9
	T	17.7	23.9	22.9	18.8	70.7	16.9	17.6
	P	19.4	22.2	20.3	0.0	1.5	59.4	21.9
	T	25.6	28.0	25.1	25.9	26.4	24.1	23.2
Total	P	477.8	353.1	414.6	303.7	215.9	521.8	367
Moyenne	T	13,54	13,92	15,24	14,92	15,08	12,78	12,98

P = pluie (mm), T = température moyenne (°C)

Les trois axes de l'analyse en composantes principales expliquent 92.1% de la variation totale contenue dans la matrice des données soumises à l'analyse. La répartition par axe ou composante principale est de 45.2%, 30.6% et 16.3% respectivement pour les axes 1, 2 et 3 dans cet ordre (Tableau -3-).

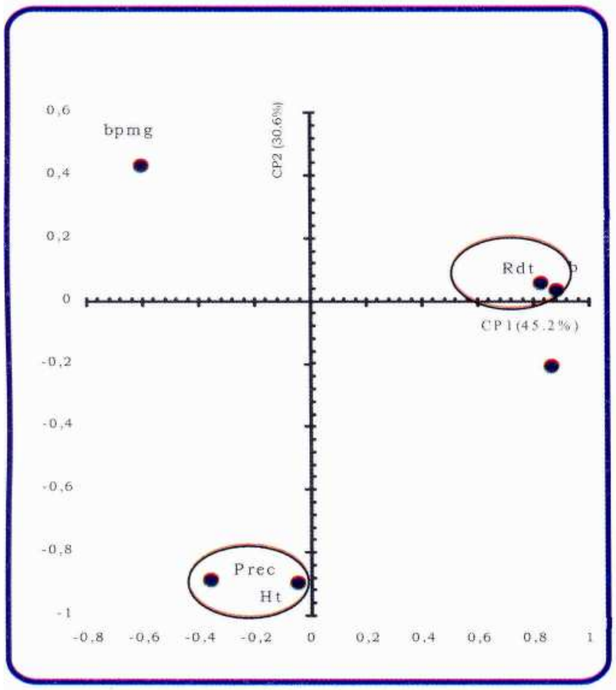
Tableau 3 : Variance expliquée (%) et Coordonnées des variables introduites dans l'Analyse en Composantes Principales et des individus.

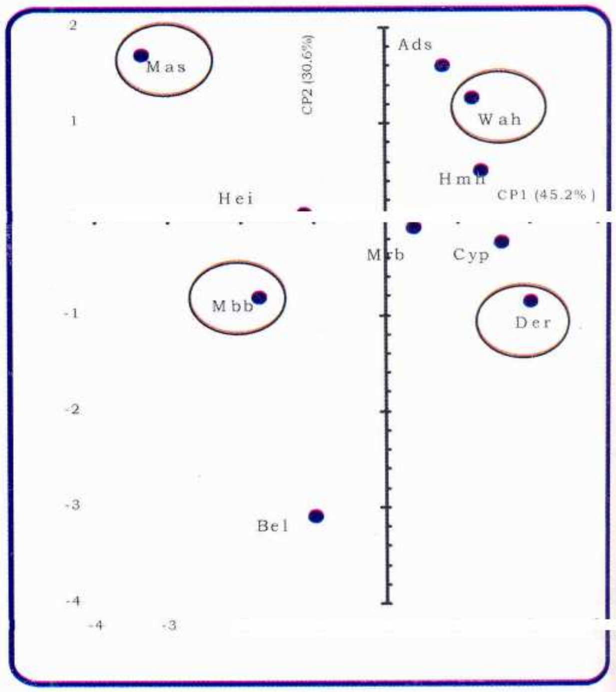
Axes	**1**	**2**	**3**
Variance	45.2	30.6	16.3
	Variables		
bRo r	0.8841	0.0310	-0.4063
Rdt	0.8256	0.0539	0.4138
lit	-0.0527	-0.9015	-0.3224
Prec	-0.3603	-0.8899	0.1327
bp..,	-0.6077	0.4257	-0.6135
	Genotyps		
Waha	1.18	1.26	-0.19
Derraa	2.00	-0.87	-0.23
Massaral	-3.36	1.70	-0.33
Mbb	-1.75	-0.82	-0.14
MrbS	0.38	-0.09	1.37
Cyprus 1	1.60	-0.25	1.08
Heider/Martes/Huevos	1.31	0.50	-0.79
Heider	-1.14	0.05	1.68
Ads497	0.78	1.59	-1.37

Behouni3258	-1.00	-3.1	-1.08

Les coefficients de corrélation des variables avec les composantes principales laissent apparaître que l'axe 1 représente la productivité et la réponse génotypique à la fertilité du milieu. L'axe 2 représente les écarts de la hauteur du chaume et de la précocité des génotypes évalués par rapport à ceux de Mbb. L'axe3 représente la thermo-tolérance du poids de 1000 grains.

Le plan formé par les composantes 1 et 2 donne une meilleure description des variables rendement, sa stabilité, écarts de la hauteur et de la durée de la phase végétative (Fig. 2). Celui formé par les axes 1 et 3 représente mieux le rendement et la thermo-tolérance (Fig. 3). Les axes 2 et 3 décrit bien





la hauteur et la précocité associé à la thermo- tolérance (Fig. 4).

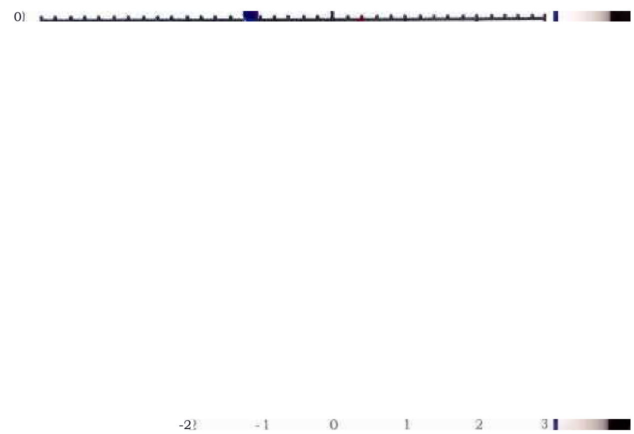


Fig.2 : Représentation des paramètres de productivité, de régularité du rendement, de l'esquive et de la thermo-tolérance sur les plans formés par les axes 1 et 2 et 1 et 3.

Le plan formé par les axes 1 et 2 donne une meilleure description des variétés Massaral, Waha, Derraa et Mbb (Fig. 2). Celui formé par les axes 1 et 3 décrit mieux l'architecture des génotypes Mrb5, Heider Cyprus] et Heider/Martes//Huevos de Oro (Tableau —3-, Fig. 3). Ads497 et Beliouni3258 sont mieux décrits par le plan formé par les axes 2 et 3 (Tableau -1-, Fig. 4).

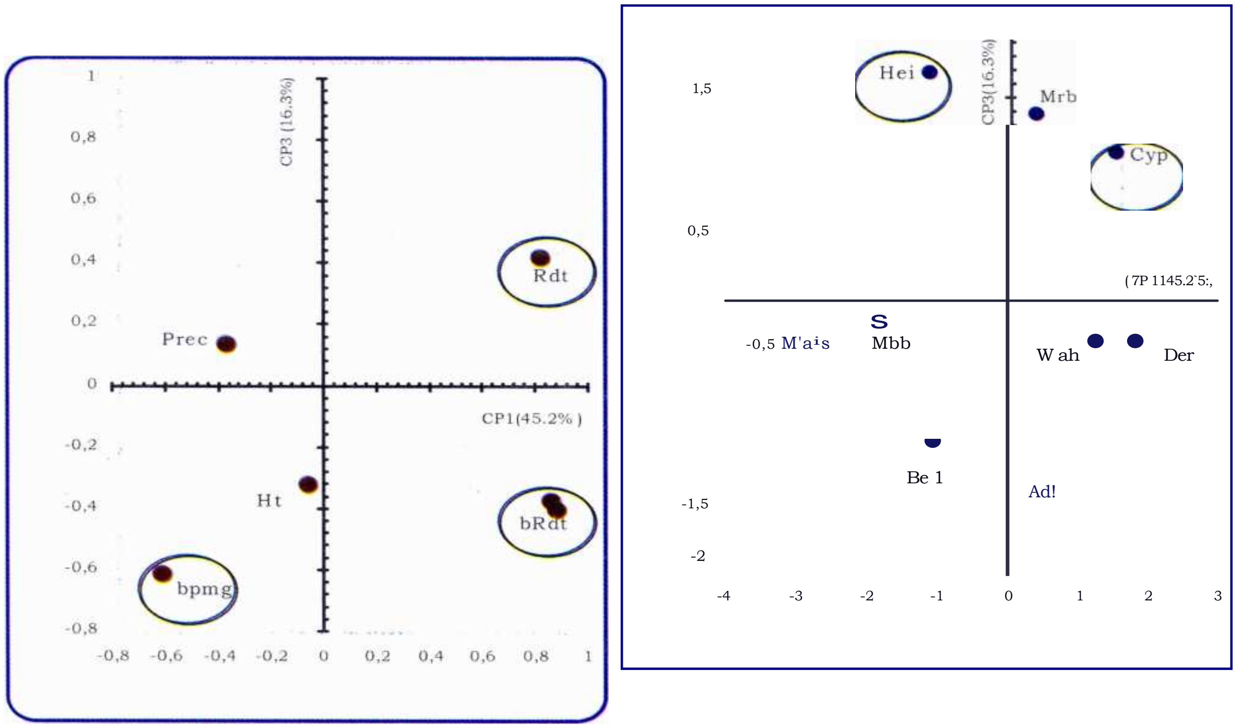


Fig. 3: Représentation des génotypes sur les plans formés par les axes 1 et 2 et 1 et 3 en fonction des paramètres de productivité, de régularité et de la tolérance au stress thermique.

Les variétés Waha et Derraa, comparativement à Massaral et Mohamed Ben Bachir, toutes bien représentées le long de l'axe 1, ont une capacité de rendement et de réponse à la fertilité du milieu plus élevés. Waha et Massaral, étant situées du coté positif de l'axe 2, présentent des écarts de durée de cycle et de hauteur du chaume bien plus faibles que ceux de Mbb et Derraa qui sont situées du coté négatif de cet axe (Fig. 2).

Waha est plus précoce, courte de paille, productive et répond mieux à la fertilité du milieu.A l'inverse Mbb est haute de chaume, tardive, peu productive, répondant moins à l'amélioration des conditions de production.

Massaral est du type Waha, pour la hauteur et la durée du cycle ou précocité, mais elle est moins productive et répond moins à la fertilité du milieu. Derraa est plus haute, tardive, plus productive et répond mieux à la fertilité du milieu (Fig. 2).

Waha et Derraa d'un coté et Mbb et Massara 1 de l'autre, ne sont stables. Les premières présentent le risque de donner des rendements nuls en milieux défavorables, par contre les secondes ont tendance à sous-valoriser les milieux favorables à l'expression du rendement (Fig.2).

Le plan formé par les axes 1 et 3, représente bien les génotypes Heider/Martes//Huevos de Oro, Cyprusl, Mrb5 et Heider (Fig.3). Heider est relativement le moins productif comparativement aux trois autres génotypes de son groupe. Il est, cependant, plus thermo-tolérant, au même titre d'ailleurs que Mrb5 et Cyprus 1. Heider/Martes//Huevos de Oro se montre plus thermo-sensible (Fig. 3).

Du point de vue régularité de production, Heider/Martes//Huevos de Oro et Mrb5 sont relativement plus stables. Heider se porte mieux lors des années plus difficile et Cyprusl se comporte mieux en années favorables (Fig. 3). Mrb5 et Cyprusl cumulent la tolérance au stress thermique, une capacité de production au-dessus de la moyenne, une durée de cycle intermédiaire entre celles Waha et Mbb, associées à un chaume plus court.

Ads 497 et Beliouni 3258 divergent pour la hauteur du chaume, Beliouni 3258 étant plus haut, alors que Ads 497 est plus productive. Ads 497 est plus précoce mais ces deux variétés présentent le même degré de tolérance au stress thermique de fin de cycle (Fig. 4).

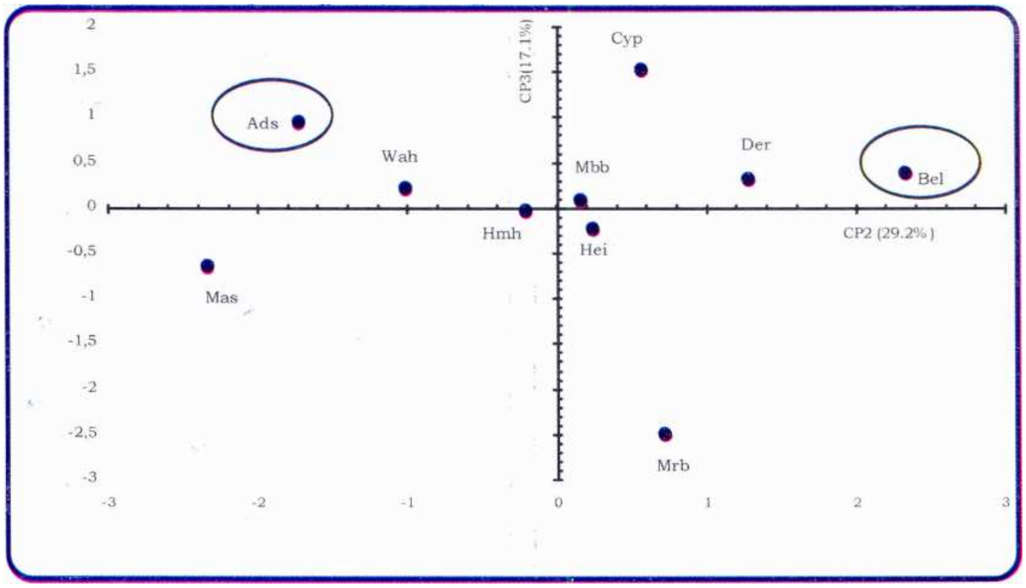


Fig. 4 Représentation des génotypes sur le plan formé par les axes 2 et 3 en fonction des paramètres de productivité, de régularité et de tolérance au stress thermique.

La réalisation du rendement en grain sous stress est dépendante du degré de sensibilité du génotype, de son potentiel de production et de sa capacité d'esquive (Ehdaie *et al.,* 1988).

En milieux à climat variable, la notion d'adaptation génotypique prend de plus en plus de la place dans les programmes de sélection. Une architecture de plante typique est de plus en plus recherchée, par l'adjonction de caractères qui favorisent l'expression de la tolérance aux stress et dont il faut tenir compte dans le processus de sélection (Richards *et al.,* 1997). Ces caractéristiques ont le plus souvent étaient observées chez les variétés locales et chez les espèces apparentées au blé (Araus *et al.,* 1998, Al Hakimi *et al.,* 1995, Rekika *et al.,* 1998, Monneveux *et al.,* 2002). Les variétés locales se montrent en générale plus adaptées, alors que les génotypes nouveaux le sont moins.

Blum et Pnuel (1990) montrent qu'il est possible de sélectionner des variétés possédant une capacité de production élevée associée à une large adaptation quelque soit l'environnement de production. Richards *et al.,* (1997), Araus *et al.,* (1998) ainsi que Cattivelli *et al.,* (2002) mentionnent que le progrès en matière d'adaptation sera très faible et long à obtenir.

La capacité de croître rapidement, pour couvrir le sol en début de cycle, favorise une bonne utilisation de l'eau disponible, en limitant de l'évaporation du sol en augmentant la part de l'eau transpirée (Blum et Pnuel 1990).

Les génotypes testés dans la présente étude montre des comportements variétaux très variés, mais vis à vis des paramètres misent en jeux dans cette sélection, on remarque que les deux génotypes Cyprus et MrbS sont les proches des caractéristiques recherchés (Tableau 4).

Tableau —4- Comportement générale des 10 génotypes étudiés

Génotypes	Productivité	Stabilité	Thermo tolérance	La Paille	Durée du cycle	Total
Waha	+			-	Précoce	01
Mbh	_				Tardive	02
Massaral	_	+		-	Précoce	01
Deraa					Tardive	02
Heider	_			-	Tardive	02
Cyprus I	+	-	+	-	Intermédiaire	03
Mrb5	+	-		-	Intermédiaire	03
Hmho	+			-	Intermédiaire	02
Ads497				-	Précoce	01
Beliouni	_				Tardive	02

Les génotypes qui maintiennent le feuillage vert le plus longtemps possible possèdent la capacité de photosynthétiser au cours de la période post- anthèse. La capacité de stockage des assimilats produits en pré et post-anthèse et leur utilisation pour le remplissage du grain est aussi désirable, pour minimiser la baisse du rendement sous stress. Ces caractéristiques sont liées à l'adaptation au milieu (Cattivelli *et al.,* 2002).

CONCLUSION

La sensibilité ou la tolérance est la résultante d'une multitude de caractéristiques morphologiques, physiologiques et biochimiques pour lesquelles le plus souvent des méthodes de sélection ne sont pas encore complètement mises au point ou adoptées. Ceci justifie l'emploi des méthodes classiques comme la sélection directe sur la base du rendement qui a sou vent fait ses preuves en milieux favorables (Ceccarelli et al., 1992).

Les caractéristiques du génotype recherché sont la tolérance au stress de fin de cycle sont la stabilité de production, l'adaptation et la capacité génotypique de production supérieure à la moyenne associée à la tolérance aux stress les plus fréquents, le génotype qui lait une bonne utilisation de l'eau disponible et la valorise sous forme de grain. Les génotypes Cyprus et Mrb5 se montrent les plus favorables aux conditions semi -arides.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

I. **Al Hakimi A., Monneveux P., Galiba G.,** (1995). Soluble sugars, proline, and relative water content as traits for improving drought tolerance in triticum durum J. Gen. Breed. 49 : 234-244.

2. **Araus JL., Amaro T., Voltas J., Nakhon! H., Nachit MM.,** (1998). Chlorophyll florescence as a selection criteria for grain yield in durum wheat under Mediterranean conditions. FCR, 55 : 209 - 223.

3. **Baldy C., Ruelle P., Fernandes A.,** (1993). Résistance à la sécheresse du sorgho-grain en climat méditerranéen. *Sécheresse,* 4 : 85-93.

4. **Blum A., Pnuel Y.,** (1990). Physiological attributes associated with drought resistance of wheat cultivars in a Mediterranean environment. *Aust. J. Agric. Res.* 41, 799-810.

5. **Bouzerzour, H., Benmahammed A., Benkharbache N., Hassous K.L.,** (2002). Contribution des nouvelles obtentions à l'amélioration et à la stabilité du rendement d'orge (Hot-deuil? vulgare L.) en zone semi-aride d'altitude. *Revue Recherche Agronomique de 17NRAA,* 10:45-58.

6. **Cackett K.E., Wall P.C.,** (1971). The effect of altitude and season length on the growth and yield of wheat (Triticum aestivum L.). in Rhodesia. Rhod. *J. Agri. Res.* 9 : 107-121.

7. Cattivelli, L., Baldi P., Crosatti N., Di Fonzo N., Stanca M., (2002) Chromosome regions and stress related sequences involved in resistance to abiotic stress in *Triticeue*. Plant Molecular Biology, 48, 649-665.
8. Ceccarelli S., Grando S., Hamblin (1992). Relationships between barley grain yield measured in low and high yielding environments. *Euphytica* 64 : 49-58.
9. Dakheell A.J., Nadji 1., Mahalazkshmi V., Peacock (1993). Morphophysiological traits associated with adaptation of Durum wheat to harsh Mediterranean environments. *Apects of Applied Biology*. 34 : 297-307.
10. Ehdaie B., Warnes J.G., Hall A.E., (1988). Differential responses of landraces and improved S wheat genotype to stress environments. *Crop Science* . 28 : 838-842.
11. Ellis R., Foster B.P., Waugh R., Bonar N., Handley L.L., Powell G., (1997). Mapping physiological traits in barley. *New Phytol.* 137 : 149-157.
12. Fellah A., Benmahammed A., Djekoun A., Bouzerzour H., (2002). Sélection pour améliorer la tolérance aux stress abiotiques chez le blé dur (Triticum durum Desf.). *Actes de I 'IA V,* Hassan Il. (Maroc) 22 : 161-170.
13. Finlay K.W., Wilkinson G.N., (1963). The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Aust J. Agric. Research,* 14 : 742754.
14. Gate P., Vignier L., Vadon B., Souici D., Minkov D., Lafarga A., Zairi M., (1996) 1997. Céréales en milieu Méditerranéen. Un modèle pour limiter les risques climatiques. *Perspectives Agricoles.* 217 : 59-70.
15. Gate P.H., (1995). Ecophysiologie du blé. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris, 351p.
16. Giunta F., Motzo R., Deidda M., (1995). Effects of drought on leaf area development, bioproduction and uptake of durum wheat grown in a Mediterranean environment. *Aust.J.Agr.Res.* 46 : 99-111.
17. Housley T.L., Kirleis A.W., Ohm H.W, Patterson F.L., (1982). Dry matter accumulation in soft red winter wheat .seeds. *Crop Science.* 22 : 290-294.
18. Mekhlouf A., Bouzerzour H., Benmahammed A., Hadj Sahraoui A., Harkati N., (2004). Adaptation des variétés de blé dur *(Triticum clurutn* Desf.) au climat serai- aride. *Sécheresse (sous* presse).

19. Mekhlouf A., Bouzerzour H., Dehbi F., Hamad A., Adjabi A., (2002). Etude de la résistance aux basses températures et ses liaisons avec les caractéristiques phéno-morphologiques du blé dur *(Triticum durum* Desf) après des tests pour la sélection des variétés tolérantes. In proceeding IIéme journées scientifiques sur le blé dur. Université de Constantine 61-84.
20. Monneveux P., Reynolds M.P., Aguilar J.G., Singh R.P., (2002). Effects of the 7DL-7AJ translocation from Leghopururn elongatum on wheat peld and related morphophysiological traits under different environments. *Plant breeding.* 122 : 379-384.
21. Oweiss Th.Y., Zhang H., (1998). Water use efficiency : index for optimizing supplemental irrigation of wheat in water scarce areas. *J. Applied Irrigation Science.* 33 : 321-336.
22. Passioura, J. B., (1977) Grain yield, harvest index and water use of wheat. Journal of Australian Institute of Agricultural Science. 43 : 117 - 120.
23. Paulsen G.M, Heysen E.G., (1983). Grain production of winter wheat alter spring frecze inj ury. *Agro. J. 75 :* 105-107.
24. Rekika D., Nachit M.M., Araus J.L., Monneveux P., (1998). Effects of water deficit on Pn rate and OA in tetraploïd wheat. *Photosynthetica.* 35 : 129-138.
25. Richards RA., Rebtzke G.I., Van Elerwaardlen AF., Dugganb BL., Condon AG., (1997). Improving yield in rainfed environments through physiological plant breeding. Dryland Agriculture 36 : 254 - 266.
26. Simane B., Peacock J.M., Struik P.C., (1993). Differences in development plasticity growth rate among drought. Resistant and susceptible cultivars of durum wheat *(Triticum turgidum* L. *var.durum). Plant ami Soil,* 157: 155-166.
27. Van Oosterom E.J., Ceccarelli S., Peacock J.M., (1993). Yield response of barley to rainfall and temperature in Mediterranean envionments. *Journal of Agriculturcil Sciences Cambridge* 121 : 304-313.
28. Wardlaw I.F., Moncur L., (1995). The response of wheat to high temperature following anthesis. I : the rate and duration of grain filling. *Aust J. Plant. Plzysiol.* 22 : 391-397.