

ANALYSIS OF THE PHENOTYPIC VARIABILITY OF TWENTY F₃ BIPARENTAL POPULATIONS OF BREAD WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) EVALUATED UNDER SEMI-ARID ENVIRONMENT

Z. Fellahi^{1,*}, A. Hannachi¹, K. Ferras¹, A. Oulmi², W. Boutalbi³, H. Bouzerzour² and A. Benmahammed²

¹Agronomy Departement, Fac. Lif. Nat. Sci, VRBN Lab, UFA Setif 1, Algeria

²Ecology and Biology Department, Fac. Sci. Nat. Vie, VRBN Lab, UFA Setif 1, Algeria

³National Center for Seed and Plants Control and Certification, Regional Lab of Setif, Algeria

Received: 05 September 2016 / Accepted: 17 December 2016 / Published online: 01 January 2017

ABSTRACT

This research was conducted to screen and analyse the variability within twenty F₃ populations of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) generated by Line x Tester mating design. The results indicated the presence of sufficient variability within and between F₃ populations for the eight measured variables, which represent plant phenology, physiology, yield and yield components. Different populations have been identified to improve the measured variables separately. The number of spikes appeared to be the most important determinant of grain yield. PCA and cluster analyses indicated that the Acsad₁₀₆₉/El Wifak and Acsad₁₁₃₅/Hidhab, with a relatively high grain yield, aboveground biomass and 1000 grains weight, are the best F₃ populations to improve the productivity. However, Acsad₈₉₉/Rmada and Acsad₁₁₃₅/Rmada populations were earlier and had a low number of spikes. These populations had also favorable genes for heat tolerance.

Keywords: *Triticum aestivum* L.; Variability; Selection; Tolerance; Yield.

Author Correspondence, e-mail: zinou.agro@gmail.com

doi: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v9i1.8>



1. INTRODUCTION

La production Algérienne en blé tendre reste très marginale, quoiqu'elle ait connu des augmentations significatives depuis les années soixante, affleurant les 9.8 millions de quintaux en 2012 [1]. La majorité des zones productrices est caractérisée par l'occurrence des stress abiotiques notamment le manque d'eau et les hautes températures de fin de cycle [2]. Les stress hydrique et thermique sont des phénomènes complexes de par la variation de leur intensité et durée [3]. Ils endommagent irréversiblement, selon le stade végétatif, la fonction ou le développement d'une partie ou de la totalité de la plante [4, 5].

L'amélioration génétique du blé tendre en zones sèches reste basée sur la recherche d'une meilleure adaptation de la plante à la variabilité du milieu de production [6]. Le but principal de tout programme de sélection est l'identification de variétés possédant un rendement élevé et stable. L'environnement dans lequel s'effectue la sélection joue un rôle important. Tous les milieux n'ont pas la même aptitude à révéler les différences génotypiques. L'existence d'une interaction génotype x environnement complique les efforts de la sélection [7, 8].

Les sélectionneurs de blé mettent l'accent sur l'amélioration simultanée des caractères liés à la productivité et ceux adaptatifs aux milieux [9]. L'amélioration génétique du rendement se fait de manière progressive et continue, suite à la modification de ses composantes [10]. La connaissance des liaisons, qui existent entre les composantes et le rendement, permet d'identifier celles à utiliser comme critères de sélection. Ces informations permettent d'orienter le processus de sélection de manière à promouvoir les caractères capables d'engendrer une amélioration du rendement [11]. Les caractères associés à la tolérance de la contrainte hydrique et thermique sont fugaces et insaisissables, selon la nature et l'intensité du stress. Ceci explique les difficultés liées à l'utilisation de la génétique classique pour comprendre la transmission héréditaire de ces caractères [12]. Plusieurs caractères physiologiques, tels que la teneur relative en eau, le contenu en chlorophylle, l'intégrité cellulaire et la température du couvert végétal, sont rapportés dans la littérature et considérés comme étant plus ou moins liés à la tolérance des contraintes hydrique et thermique [13, 14, 15].

L'objectif de la présente recherche est l'étude de la variabilité phénotypique des caractères

liés à la performance de rendement et la tolérance des stress abiotiques chez des populations F₃ de blé tendre (*Triticum aestivum* L.), générées par un croisement Lignées x Testeurs et évaluées sous conditions semi-arides.

2. EQUIPEMENTS ET METHODES

2.1. Site, matériel végétal et dispositif expérimental

L'étude a été menée au cours de la campagne agricole 2013/14 sur le site expérimental de l'unité de recherche de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA), de Sétif. Le site expérimental est situé aux coordonnées géographiques 36° 15' N et 05° 37' E, à une altitude de 981 m au-dessus du niveau de la mer.

Le matériel végétal est constitué de 9 lignées parentales et de 600 lignées F₃ issues d'une sélection pédigrée faite en 2013 sur 20 populations F₂ [16]. Les parents ont été croisés en 2011 selon le dispositif Lignées x Testeurs [17]. Chaque testeur est utilisé comme polinisateur de chaque lignée. Les lignées ne sont pas croisées entre elles et les testeurs ne le sont pas entre eux. Les parents femelles sont les lignées provenant du programme de coopération ITGC (*Institut Technique des Grandes Cultures*)-ACSAD (*Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry lands*). Ces lignées sont Acsad₉₀₁, Acsad₈₉₉, Acsad₁₁₃₅, Acsad₁₀₆₉ et la variété Ain Abid. Les testeurs sont les cultivars Mahon Démias, Hidhab (HD₁₂₂₀), Rmada et El Wifak [17]. Les parents et les populations F₃ ont été semés dans un dispositif complètement aléatoire à trois répétitions. La parcelle élémentaire est constituée de 2 rangs espacés de 20 cm avec une longueur de 150 cm, soit une surface parcellaire de 0.3 m².

2.2. Mesures et notations

Les différentes notations et mesures faites ont porté sur la durée de la phase végétative (DPV, jours), la hauteur de la végétation (HT, cm), la biomasse aérienne (BIO, g), le nombre des épis (NE,), le rendement en grain (g), le poids de 1000 grains (g), la teneur en chlorophylle (unité Spad) et la température de la canopée (TCV). Le rendement et ses composantes sont déterminés sur un segment de 30 cm de longueur.

2.3. Traitement des données

Les données prises des trois répétitions sont traitées par l'analyse de la variance du dispositif

expérimental. La différence significative entre deux croisements est calculée en référence à la plus petite différence significative au seuil de 5% ($P_{pds5\%}$) qui est calculée, selon Steel et Torrie [18]. Les données collectées ont été ensuite soumises à une technique d'analyse multivariée, l'analyse en composantes principales pour définir les caractéristiques des différents groupes de populations F_3 existants [18]. Les données sont analysées en utilisant le logiciel CropStat, version 7.2.3 [19].

3. RESULTATS ET DISCUSSION

L'analyse de la variance indique un effet parent significatif uniquement pour la hauteur de la végétation et la précocité au stade épiaison. Par contre, l'effet croisement est significatif pour l'ensemble des caractères mesurés sauf pour la biomasse aérienne qui présente un effet croisement non significatif (Table 1).

Table 1. Carrés moyens des écarts de l'analyse de la variance des variables mesurées chez les lignées parentales et les populations F_3 .

Source de variation	ddl	NE	PMG	RDT	BIO	HT	PREC	TCV	CHL
Parents	8	85.0 ^{ns}	9.55 ^{ns}	80.46 ^{ns}	305.0 ^{ns}	71.76*	40.16*	0.68 ^{ns}	6.5 ^{ns}
Croisements	19	520.8*	25.32*	377.9*	1352.4 ^{ns}	233*	24.5*	8.5*	90.8*
Erreur	398	189.3	15.6	146.7	1029	57.9	9.6	2	12.9

HT = Hauteur de la plante, NE = Nombre d'épis, PMG = Poids de mille graines, RDT = Rendement en grain, BIO = Biomasse, CHL = Teneur en chlorophylle, PREC = Précocité, TCV = Température de la canopée.

Ces résultats indiquent, au cours de cette campagne les lignées parentales croisées montrent des différences significatives uniquement pour la hauteur et le degré de précocité au stade épiaison. Les lignées les plus hautes sont Acsad₁₁₃₅ (55.1 cm) et Mahon Démias (55.4 cm) et les plus courtes sont Ain Abid (40.9 cm) et Hidhab (44 cm). Les parents les plus précoces sont El Wifak (121.7 jours) et Acsad₉₀₁ (122.3 jours) alors que les plus tardives sont Mahon Démias (130.7 jours) et Ain Abid (130.7 jours). En ce qui concerne les populations F_3 , quatre d'entre elles montrent un nombre d'épis plus élevées que la moyenne des lignées parentales croisées. Ces populations qui contiennent des transgresseurs sont Acsad₁₁₃₅/Mahon Démias, Acsad₁₁₃₅/Hidhab, Acsad₁₀₆₉/Rmada et Acsad₁₀₆₉/Hidhab dont les moyennes sont respectivement 35.0, 36.1, 37.2 et 36.3 épis/30 cm linéaire comparativement à la moyenne des parents qui est de 34.4 épis (Figure 1). Pour le poids de 1000 grains, huit populations F_3

présentent une moyenne non significativement différente de celle des parents qui est de 33.5 g (Figure 2). Ces huit populations sont Acsad₉₀₁/Mahon Démias (34.0 g), Acsad₉₀₁/Rmada (32.1 g), Acsad₈₉₉/El Wifak (32.4 g), Acsad₁₁₃₅/Mahon Démias (32.6 g), Acsad₁₀₆₉/Mahon Démias (32.6 g), Acsad₁₀₆₉/Hidhab (32.4 g), Acsad₁₀₆₉/El Wifak (32.5 g) et Ain Abid/Hidhab (32.3 g) (Figure 2).

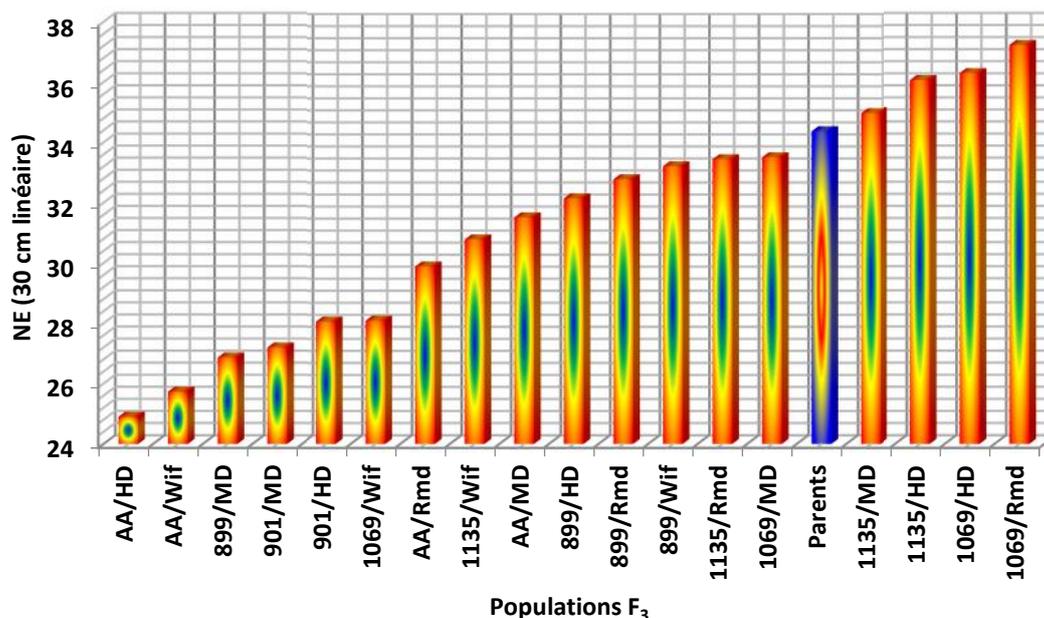


Fig.1. Variations du nombre d'épis des différentes populations F₃ étudiées.

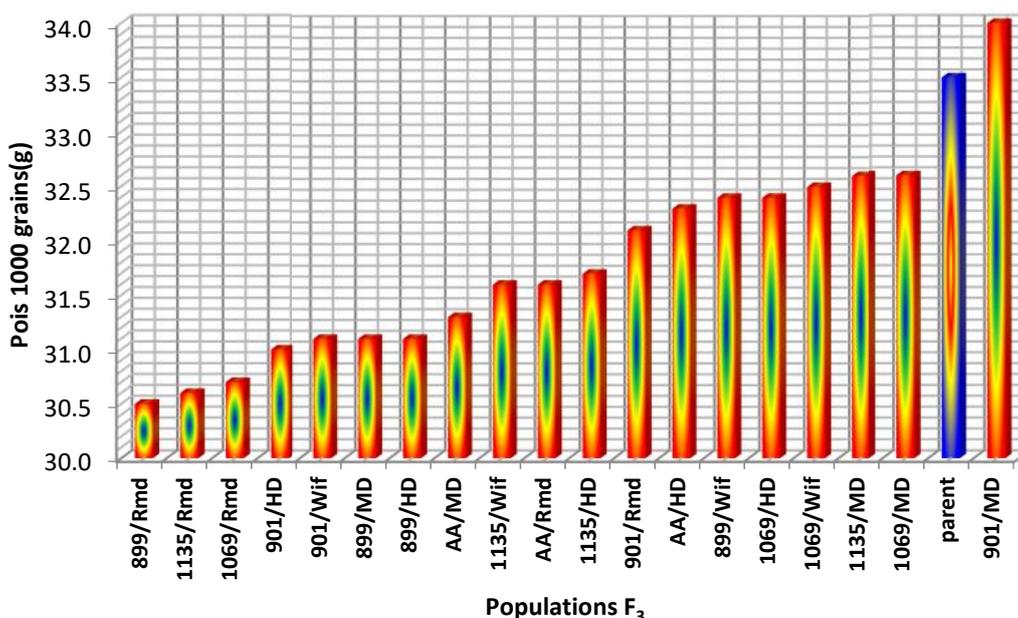


Fig.2. Variations du poids de 1000 grains des différentes populations F₃ étudiées.

Pour le rendement grain, quatre populations F_3 , qui sont Acsad₁₁₃₅/Mahon Démias, Acsad₁₁₃₅/Rmada, Acsad₁₁₃₅/Hidhab et Acsad₁₀₆₉/Rmada, présentent des rendements grains non significativement différents de la moyenne des parents (environ 21 g). Ces moyennes varient de 19.7 à 25.7 g/30 cm linéaire (Figure 3).

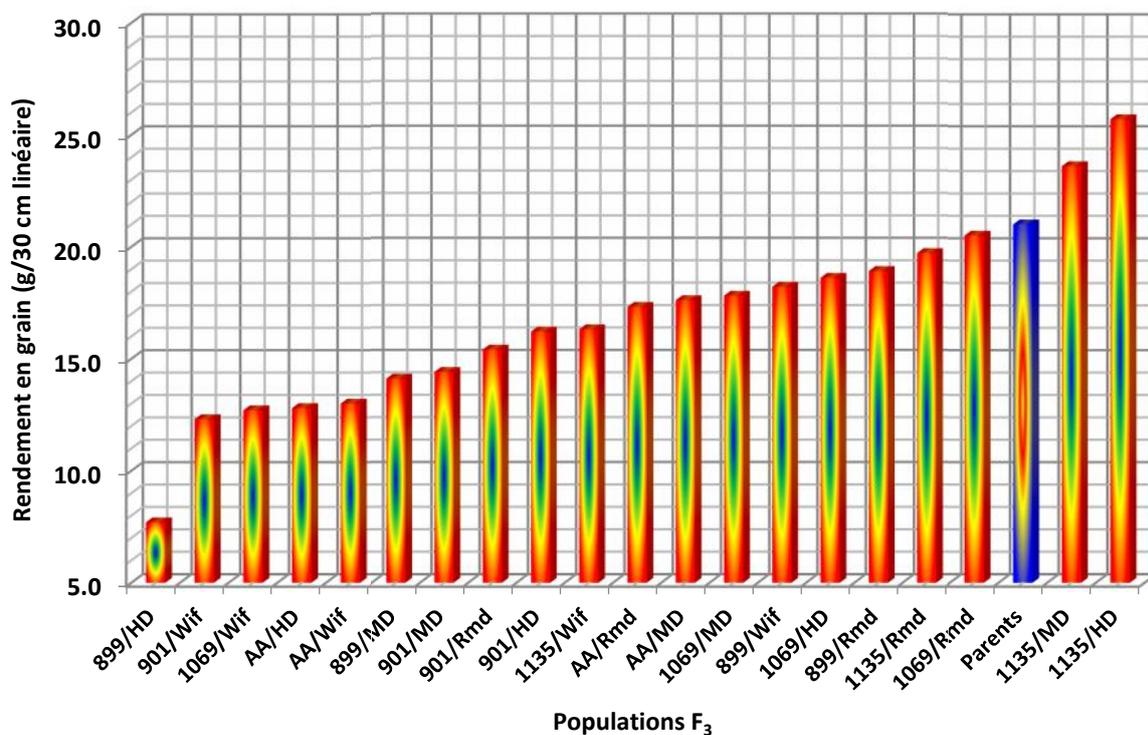


Fig.3. Variations du rendement en grain des différentes populations F_3 étudiées.

Pour les trois caractères analysés, le nombre d'épis, le poids de 1000 grains et le rendement en grain, seule la population Acsad₁₁₃₅/Mahon Démias se caractérise par des valeurs moyennes élevées. Par contre, Acsad₁₁₃₅/Hidhab et Acsad₁₀₆₉/Rmada se distinguent par des moyennes élevées concomitantes du nombre d'épis et du rendement grain ; alors que la population Acsad₁₀₆₉/Hidhab présente des moyennes élevées pour le nombre d'épis et le poids de 1000 grains (Figures 1, 2, 3). L'analyse des relations entre ces trois variables indique que le rendement est plus lié au nombre d'épis alors que le poids de 1000 grains ne semble pas avoir une très grande influence sur le rendement grain et reste indépendant du nombre d'épis par unité de surface. En effet, les coefficients de corrélations sont de 0.70** entre le rendement en grain et le nombre d'épis et 0.29^{ns} entre le rendement et le poids de 1000 grains. Le coefficient de corrélation entre le nombre d'épis et le poids de 1000 grains est de 0.27^{ns} (pour

$n-2 = 18$, $r_{5\%} = 0.444$). Ces relations sont confirmées par l'analyse de la régression du rendement grain sur les deux composantes qui sont le nombre d'épis et le poids de 1000 grains (Table 2). En effet, cette analyse montre que seul le nombre d'épis contribue significativement à la formation du rendement grain alors que l'effet du poids de 1000 grains n'est pas significatif.

Table 2. Analyse de la régression du rendement en grain sur les deux composantes, le nombre d'épis et le poids de 1000 grains chez les populations F_3 étudiées.

Variables	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>Test t</i>	<i>Prob</i>	<i>R</i>²
Constante	-14.49	14.66	-0.99	0.33	0.00
NE	0.72	0.16	4.58	0.00	0.48
PMG	0.29	0.47	0.62	0.54	0.08

NE = Nombre d'épis par plante, PMG = Poids de mille graines, *b* = Coefficient de régression, *SE* : Erreur standard de *b*, *Prob* = Probabilité, *R*² = Coefficient de détermination.

En termes de capacité de production de grain, une population recherchée est celle qui produit beaucoup d'épis, étant donné que le rendement est surtout tributaire du nombre d'épis par unité de surface [20]. Par conséquent, les quatre populations F_3 : Acsad₁₁₃₅/Mahon Démias Acsad₁₁₃₅/Hidhab, Acsad₁₀₆₉/Rmada et Acsad₁₀₆₉/Hidhab méritent des suivis futurs parce qu'elles présentent des caractéristiques de productivité élevée. L'étude de la génération F_2 de ces mêmes populations indique la supériorité de 9 populations sur les 20 analysées, qui montrent un gain de rendement de 10% [21].

La hauteur de la végétation chez les populations F_3 varie de 42.3 cm moyenne de la population Ain Abid/Hidhab à 51.0 cm celle d'Acsad₈₉₉/Mahon Démias. La hauteur des parents varie par contre de 40.9 cm moyenne de la variété Ain Abid à 55.4 cm celle du cultivar Mahon Démias. Sur la base de la plus petite différence significative qui est de 3.9 cm, on relève qu'en moyenne, la hauteur des populations F_3 est située dans les limites de celle des parents croisés. La précocité au stade épiaison, chez les populations F_3 , varie de 124.4 jours moyenne de la population Acsad₈₉₉/Mahon Démias à 127.6 jours celle d'Acsad₁₁₃₅/Hidhab. La précocité au stade épiaison des parents varie par contre de 122.3 jours moyenne de la variété Acsad₉₀₁ à 130.7 jours celle du cultivar Mahon Démias. La plus petite différence significative est de 1.6 jours, on note qu'en moyenne, la précocité à l'épiaison des populations F_3 est située

dans les limites de celle des parents croisés. On remarque l'absence de transgresseurs dans les deux sens de la sélection de ce caractère. Dans la mesure où ceux sont des populations en ségrégations, il est possible de sélectionner, à l'intérieur de ces populations, des lignées qui sont plus tardives ou plus précoces que les parents extrêmes. La biomasse, la date d'épiaison et la hauteur qui représentent l'architecture et le degré de précocité de la plante, ne sont pas significativement liées chez les populations F_3 . Les valeurs des coefficients de corrélations sont de 0.285^{ns} entre la biomasse et la hauteur, de 0.323^{ns} entre la biomasse et la précocité au stade épiaison et de - 0.136^{ns} entre la précocité et la hauteur de la végétation.

A l'inverse de ce qui est observé chez les géniteurs, chez les populations F_3 des différences significatives existent pour le contenu en chlorophylle et la température de la végétation (Table 1). Les moyennes de la température de la canopée varient de 26.3°C chez la population Acsad₈₉₉/Mahon Démiàs à 28.4°C chez Acsad₁₀₆₉/El Wifak. La moyenne de l'ensemble des lignées parentales pour cette caractéristique est de 26.5°C et la plus petite différence significative est de 0.7°C, ceci indique la présence de populations F_3 qui présentent une température de la végétation significativement plus élevée que celle des parents. La moyenne du contenu en chlorophylle des différentes populations F_3 varie de 43.1 chez la population Acsad₈₉₉/Mahon Démiàs à 48.8 unité Spad chez Acsad₁₀₆₉/Rmada. La moyenne de l'ensemble des parents est de 46.5 unité Spad. La plus petite différence significative est de 1.8, ceci montre la présence de populations F_3 dont les contenus en chlorophylle sont significativement inférieurs et supérieurs à la moyenne des parents. Ces deux variables, qui constituent la physiologie de la plante, ne sont pas significativement liées, leur coefficient de corrélation est de 0.071^{ns}.

En ce qui concerne l'ACP, les trois axes expliquent 71.42% de la variation contenue dans les données soumises à l'analyse. La variance cumulée est constituée de la contribution de la première composante qui est de 41.02 %, celle de la deuxième qui est de 16.37% et celle de la troisième qui est de 13.82%. Ainsi, le plan formé par les composantes 1 et 2 explique 41.02 + 16.37 = 57.39 % de la variation disponible, alors que celui créé par les axes 1 et 3 en explique 41.02+13.82 = 54.84% et celui composé par les axes 2 et 3 déploie 16.37 + 13.82 = 30.19 %.

L'analyse des corrélations des variables mesurées avec les composantes principales indique

quelles sont les variables qui constituent chaque composante principale. Ainsi l'étude des données de la table 3 et les figures 4, 5 et 6 montre que la composante 1 de l'analyse en composantes principales est formée par le rendement en grain, la biomasse aérienne, le poids de 1000 grains et la hauteur de la végétation. Donc elle représente le poids et la taille de la population. Par contre, la composante ou axe 2 symbolise la précocité au stade épiaison, la tolérance des températures élevées et la capacité photosynthétique de la population alors que l'axe 3 représente la capacité de tallage épis.

Table 3. Coefficients de corrélation des variables mesurées chez les parents et les populations F₃ avec les trois axes de l'analyse en composantes principales.

Variables	Axe 1	Axe 2	Axe 3
RDT	0.871	-0.111	-0.159
NE	0.561	0.230	0.656
PMG	0.830	-0.108	-0.219
BIO	0.877	0.047	-0.155
HT	0.594	0.517	0.403
PREC	0.377	-0.678	0.219
TCV	-0.451	0.386	0.231
CHL	0.231	0.596	-0.561

HT = Hauteur de la plante, NE = Nombre d'épis, PMG = Poids de mille graines, RDT = Rendement en grain, BIO = Biomasse, CHL = Teneur en chlorophylle, PREC = Précocité, TCV = Température de la canopée.

Ces résultats suggèrent que pour l'analyse des populations pour les caractéristiques liées au poids et à la taille de la population, associées à la précocité au stade épiaison, à la tolérance des températures élevées et à la capacité photosynthétique des populations, il est plus judicieux d'étudier le plan formé par les composantes 1 et 2. Pour étudier les caractéristiques liées au poids et à la taille de la population, associées à la capacité de tallage épis, il est préférable d'analyser le plan formé par les axes 1 et 3. Quant au plan formé par les axes 2 et 3, il fournit des informations sur les caractéristiques liées à la précocité au stade épiaison, à la tolérance des températures élevées et à la capacité photosynthétique associées à la capacité de tallage épis.

L'étude des populations, en fonction des caractéristiques représentées par les différentes composantes principales, se fait sur la base des valeurs des coordonnées des différentes

populations sur les différentes composantes. Ainsi, les caractéristiques des parents Acsad₉₀₁, Acsad₈₉₉, Acsad₁₁₃₅, Acsad₁₀₆₉, Ain Abid, Rmada, El Wifak et des populations Acsad₉₀₁/Rmada (X2), Acsad₉₀₁/Hidhab (X3), Acsad₉₀₁/El Wifak (X4), Acsad₈₉₉/ El Wifak (X8), Acsad₁₁₃₅/El Wifak (X12), Acsad₁₀₆₉/Mahon Démias (X13), Acsad₁₀₆₉/Hidhab (X15), Acsad₁₀₆₉/El Wifak (X16), Ain Abid/Mahon Démias (X17), Ain Abid/Rmada (X18), Ain Abid/Hidhab (X19) et Ain Abid/El Wifak (X20) sont mieux visualisées sur le plan formé par les composantes principales 1 et 2 (Figure 4).

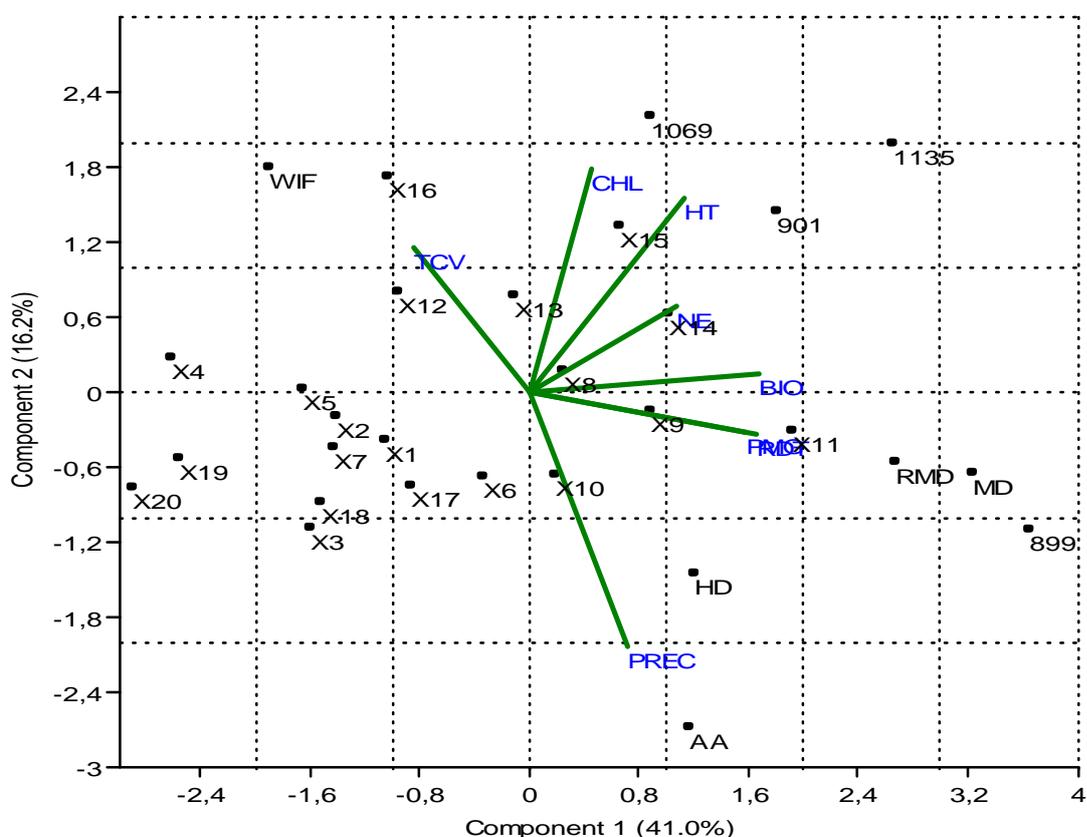


Fig.4. Représentation des variables mesurées des parents et des populations F₃ sur le plan formé par les axes 1 et 2 de l’analyse en composantes principales.

La variété Mahon Démias et les populations Acsad₉₀₁/Mahon Démias (X1), Acsad₈₉₉/Mahon Démias (X5), Acsad₈₉₉/Hidhab (X7), Acsad₁₁₃₅/Mahon Démias (X9), Acsad₁₁₃₅/Hidhab (X11), et Acsad₁₀₆₉/Rmada (X14) sont mieux visualisées par le plan formé par les axes 1 et 3 (Figure 5). Quant aux caractéristiques des parents et populations Hidhab, Acsad₈₉₉/Rmada (X6) et

Acsad₁₁₃₅/Rmada (X10) sont mieux représentées sur le plan formé par les axes 2 et 3 (Figure 6).

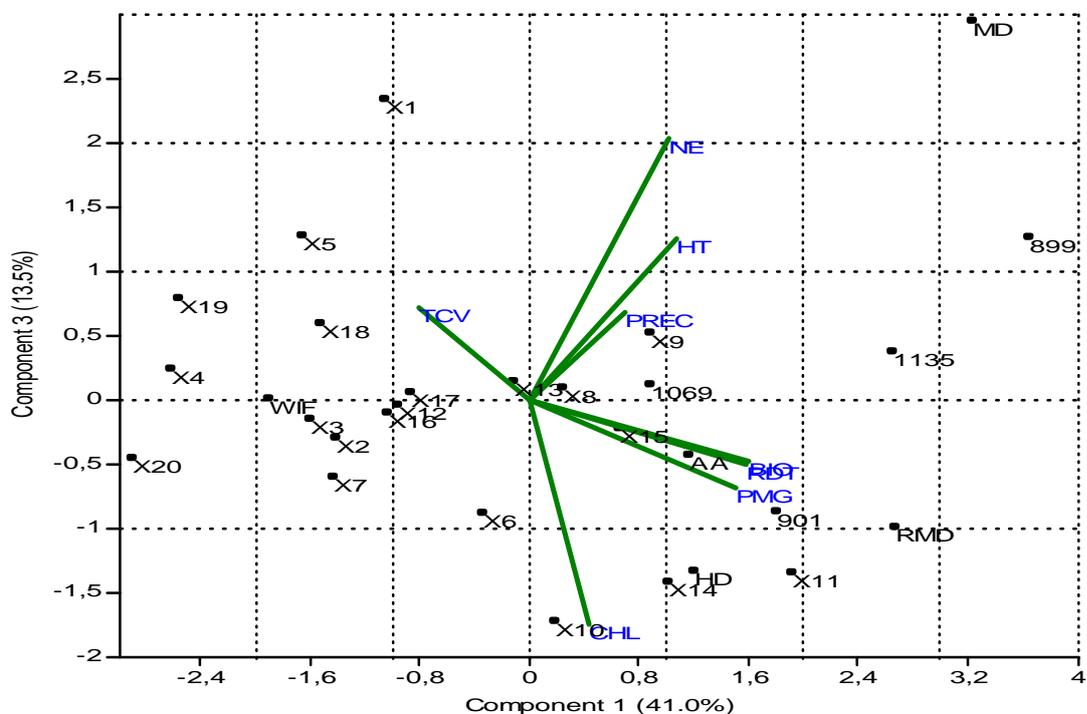


Fig.5. Représentation des variables mesurées des parents et des populations F_3 sur le plan formé par les axes 1 et 3 de l'analyse en composantes principales.

L'analyse du plan formé par les axes 1 et 2 indique que les lignées parentales Acsad₉₀₁, Acsad₈₉₉, Acsad₁₁₃₅, Acsad₁₀₆₉, Ain Abid, Rmada et la population F_3 Acsad₁₀₆₉/Hidhab (X15) se caractérisent par un rendement en grain, une biomasse aérienne et un poids de 1000 grains relativement élevés. Ain Abid est tardive à l'épiaison, courte de paille et présente un faible contenu en chlorophylle. Par contre, Acsad₉₀₁, Acsad₁₁₃₅ et Acsad₁₀₆₉ sont précoces au stade épiaison, hautes de paille et ont un contenu en chlorophylle élevé. Tandis qu'Acsad₈₉₉ et Rmada ont une précocité, une hauteur et un contenu en chlorophylle intermédiaires (Figure 4). Les populations Acsad₉₀₁/Rmada (X2), Acsad₉₀₁/Hidhab (X3), Acsad₉₀₁/El Wifak (X4), Acsad₁₁₃₅/El Wifak (X12), Acsad₁₀₆₉/El Wifak (X16), Ain Abid/Mahon Démias (X17), Ain Abid/Rmada (X18), Ain Abid/Hidhab (X19) et Ain Abid/El Wifak (X20) se caractérisent par un rendement en grain, une biomasse aérienne et un poids de 1000 grains relativement faibles.

Pour améliorer ces trois caractères ensemble et dans le sens de l'augmentation, la population Acsad₁₀₆₉/Hidhab (X15) mérite des suivis futurs.

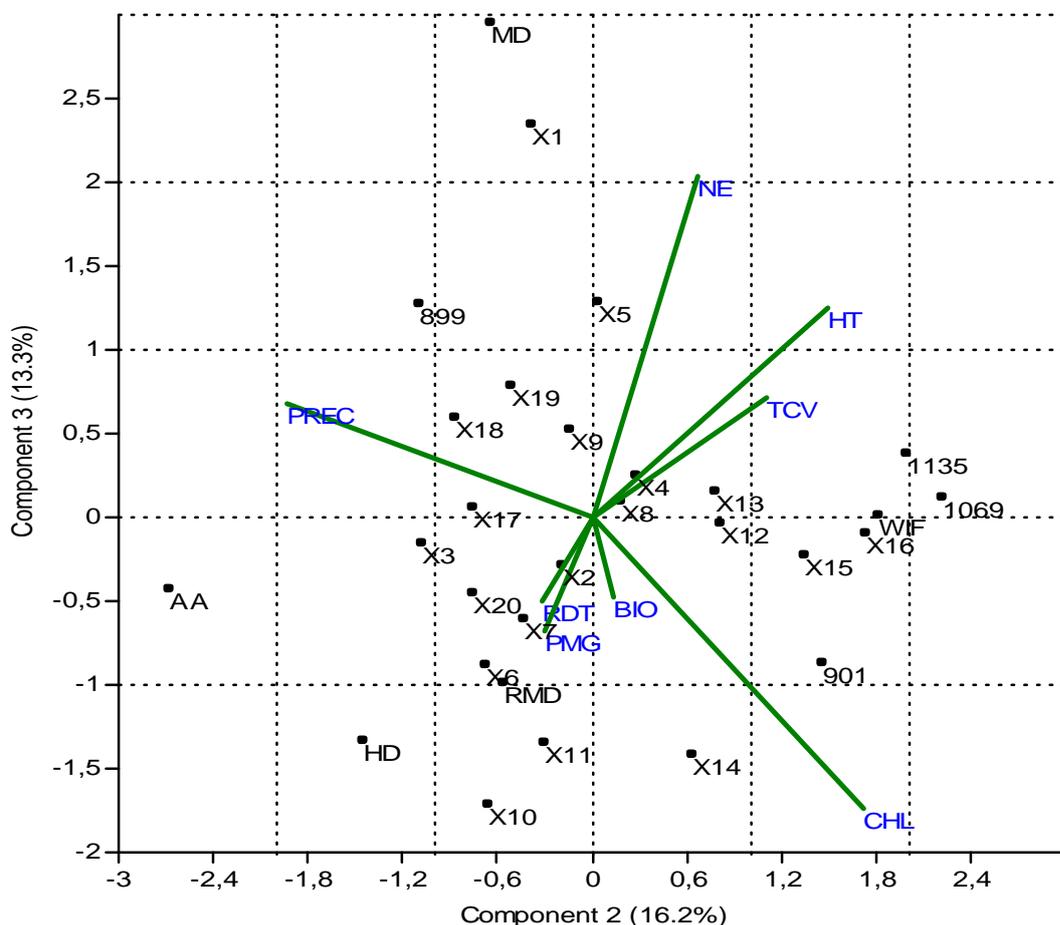


Fig.6. Représentation des variables mesurées des parents et des populations F_3 sur le plan formé par les axes 2 et 3 de l'analyse en composantes principales.

L'analyse du plan formé par les axes 1 et 3 montre que Mahon Démias et la population Acsad₉₀₁/Mahon Démias (X1) se caractérisent par un nombre d'épis élevé. Mahon Démias présente un rendement, une biomasse, un poids de 1000 grains et une hauteur élevés (Figure 5). Alors que les populations Acsad₉₀₁/Mahon Démias (X1), Acsad₈₉₉/Mahon Démias (X5) et Acsad₈₉₉/Hidhab (X7) arborent de faibles valeurs pour ces variables. Par contre, les populations Acsad₁₁₃₅/Mahon Démias (X9), Acsad₁₁₃₅/Hidhab (X11) et Acsad₁₀₆₉/Rmada (X14) affichent des valeurs élevées pour ces mêmes variables (Figure 5). Ces populations méritent d'être criblées pour identifier des transgresseurs dont les valeurs dépassent celles des parents.

L'analyse du plan formé par les axes 2 et 3 indique que Hidhab et les populations Acsad₈₉₉/Rmada (X6) et Acsad₁₁₃₅/Rmada (X10) sont précoces, tolérantes au stress thermique, ont un contenu en chlorophylle élevé et possèdent un faible nombre d'épis, (Figure 6). Aussi, ces populations sont intéressantes pour les gènes de la tolérance des hautes températures qu'elles semblent porter.

Les résultats de l'analyse en composantes principales indiquent une diversité des possibilités de choix des populations F₃ en fonction des groupes de caractères à améliorer simultanément. Ainsi, le choix de la population Acsad₁₀₆₉/Hidhab (X₁₅) est tout indiqué pour améliorer le rendement en grain, la biomasse aérienne et le poids de 1000 grains, indépendamment du nombre d'épis. La sélection des populations Acsad₁₁₃₅/Mahon Démiás (X9), Acsad₁₁₃₅/Hidhab (X11) et Acsad₁₀₆₉/Rmada (X14) fournit la possibilité d'améliorer le rendement, la biomasse, le poids de 1000 grains et le nombre d'épis. Celle des populations Acsad₈₉₉/Rmada (X6) et Acsad₁₁₃₅/Rmada (X10) permet d'améliorer la tolérance aux températures élevées et le contenu en chlorophylle.

Le groupage des lignées parentales et des populations F₃ générées à partir de ces géniteurs, groupage effectué sur la base des variables mesurées, indique la présence de trois groupes (Figure 7) dont les caractéristiques sont données dans la table 4.

Table 4. Moyennes caractéristiques des variables mesurées pour les trois groupes de populations identifiés selon la méthode de Ward.

Groupe	NE	PMG	RDT	BIO	HT	PREC	TCV	CHL
G1	35.09	33.29	22.30	73.83	48.18	127.00	26.68	46.53
G2	26.15	31.90	13.58	50.61	45.55	124.95	26.95	45.16
G3	33.35	31.73	17.69	60.23	47.25	125.60	27.09	46.45
Ppd _{5%}	7.00	2.00	6.10	16.30	3.90	1.60	0.70	1.80

HT = Hauteur de la plante, NE = Nombre d'épis, PMG = Poids de mille graine, RDT = Rendement en grain, BIO = Biomasse, CHL = Teneur en chlorophylle, PREC = Précocité, TCV = Température de la canopée.

Les résultats indiquent que le nombre d'épis, le rendement en grain, la biomasse aérienne et le degré de précocité au stade épiaison sont les traits les plus discriminants entre groupes de populations étudiées. Le groupe G1 est le plus intéressant du point de vue sélection cependant, il est constitué de la majorité des parents dont Acsad₉₀₁, Mahon Démiás, Acsad₁₁₃₅, Rmada,

Ain Abid Acsad₈₉₉, Hidhab et seulement de deux populations F₃ Acsad₁₀₆₉/El Wifak et Acsad₁₁₃₅/Hidhab (Figure 7). Ce sont les deux meilleures populations.

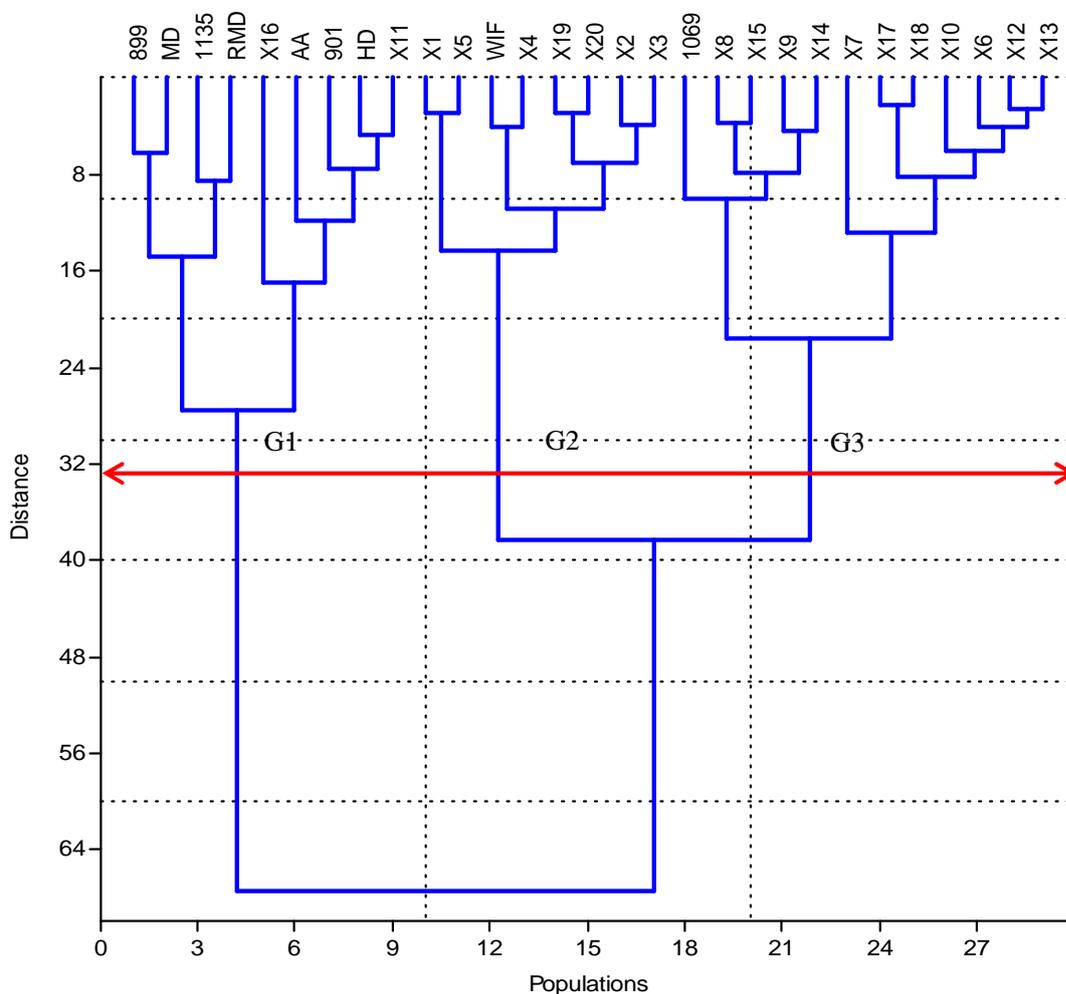


Fig.7. Groupage des différentes populations F₃ et des géniteurs sur la base des huit variables mesurées.

4. CONCLUSION

Les résultats de cette étude indiquent la présence d’une variabilité chez les populations F₃ et l’absence de celle-ci chez les parents sauf pour la hauteur de la végétation et la précocité au stade épiaison. Sur la base d’un seul caractère, différentes populations ont été identifiées comme étant intéressantes pour améliorer les variables mesurées séparément. La population Acsad₁₁₃₅/Mahon Démias présente des valeurs élevées pour trois variables qui sont le nombre d’épis, le poids de 1000 grains et le rendement en grain. Les résultats de l’ACP indiquent que

l'axe 1 représente le rendement, la biomasse, le poids de 1000 grains et la hauteur de la végétation. L'axe 2 montre la précocité, la tolérance des températures élevées et la capacité photosynthétique, alors que l'axe 3 met en relief la capacité de tallage épis. Les résultats arborent aussi que la population Acsad₁₀₆₉/Hidhab se caractérise par un rendement en grain, une biomasse aérienne et un poids de 1000 grains relativement élevés, suggérant que pour améliorer simultanément ces trois caractères, cette population est la plus indiquée pour des suivis futurs. Les populations Acsad₈₉₉/Rmada et Acsad₁₁₃₅/Rmada précoces, tolérantes au stress thermique et présentent un faible nombre d'épis donc elles sont intéressantes pour les gènes de la tolérance des hautes températures qu'elles portent. Les résultats du groupage montrent la présence de trois groupes dont le nombre d'épis, le rendement, la biomasse aérienne et la précocité au stade épiaison sont les traits les plus discriminants entre groupes de populations. Le premier groupe est le plus intéressant, cependant il est constitué de la majorité des parents et seulement de deux populations F₃ Acsad₁₀₆₉/El Wifak et Acsad₁₁₃₅/Hidhab qui sont les meilleures pour améliorer la productivité.

5. REFERENCES

- [1] Benbelkacem A. Rapport national des activités du projet Inraa-Icarda 2012-2013, 2013, 45 p.
- [2] Bouzerzour H, and Benmahammed A. Environmental factors limiting barley grain yield in the high plateaux of eastern Algeria. *Rachis*, 1994, 12: 11-14.
- [3] Oukarroum A. Vitalité des plantes d'orge ("*Hordeum vulgare*" L.) en conditions de stress hydrique et thermique analysée par la fluorescence chlorophyllienne. Thèse de Doctorat, Université de Geneva, 2007, 184 p.
- [4] Mekhlouf A, Bouzerzour H, Bemahammed A, Hadj Sahraoui A. et Harkati N. Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) au climat semi- aride. *Sécheresse*, 2006, 17(4): 507-513.
- [5] Grigorova B, Vaseva I, Demirevska K, and Feller U. Combined drought and heat stress in wheat: changes in some heat shock proteins. *Biol. Plantarum*, 2011, 55(1): 105-111.
- [6] Fellahi Z, Hannachi A, Bouzerzour H, and Benbelkacem A. Genetic control of bread

- wheat (*Triticum aestivum* L.) traits. Songklanakarin J. Sci. Techn., 2016, 38(1): 91-97.
- [7] Benmahammed A, Djekoune A, Bouzerzour H, and Hassous K L, Genotype x year interaction of barley grain yield and its relationship with plant height, earliness and climatic factors under semi-arid growth conditions. Dirasat Agric. Sci., 2005, 32: 239-247.
- [8] Haddad L, Bouzerzour H, Benmahammed A, Zerargui H, Hannachi A, Bachir M, Salmi M, Oulmi A, Nouar, H, Laala Z. Analysis of the phenotypic variability of some varieties of durum wheat (*Triticum durum* Desf) to improve the efficiency of performance under the constraining conditions of semi-arid environments. J. Fundam. Appl. Sci., 2016, 8(3): 1021-1036.
- [9] Fellah A, Bouzerzour H, Benmahammed A, et Djekoun A. Sélection pour améliorer la tolérance aux stress abiotiques chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Actes de l'IAV HII, 2002, 64: 35-42.
- [10] Mekhlouf A, et Bouzerzour H. Déterminisme génétique et associations entre le rendement et quelques caractères à variation continue chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Rech. Agron., 2000, 7: 37-49.
- [11] Fellahi Z, Hannachi A, Bouzerzour H, and Boutekrabt A. Study of interrelationships among yield and yield related attributes by using various statistical methods in bread wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell.). Int. J. Agron. Plant Prod., 2013, 4 (6): 1256 - 1266.
- [12] Blum A. Plants breeding for stress environments. Boca Raton, 4, CRC, Press. Floride, USA, 1988.
- [13] Benmahammed A, Bouzerzour H, Mekhlouf A, et Benbelkacem A. 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 contraintes hydrique. Rech. Agron., 2008, 21: 37-47.
- [14] Pask A, Joshi A K, Manès Y, Sharma I, Chatrath R, Singh G P, Sohu, V S, Mavi G S, Sakuru V S P, Kalappanavar I K, Mishra V K, Arun B, Mujahid M Y, Hussain M, Gautam N R, Barma, N C D, Hakim A, Hoppitt W, Trethowan R, and Reynolds M P. A wheat phenotyping network to incorporate physiological traits for climate change in South Asia. Field Crops Res., 2014, 168: 156-167.

- [15] Reynolds M, and Langridge P. Physiological breeding. *Curr. Opin. Plant. Biol.*, 2016, 31: 162-171.
- [16] Rabti A, Fellahi Z, Hannachi A, Bouzerzour H, et Benmahammed A. Variabilité phénotypique et sélection pour la performance et l'adaptation du blé tendre (*Triticum aestivum* L.) aux conditions des zones semi-arides. *Revue Agric.*, 2016, 11: 4-14.
- [17] Fellahi Z. Aptitude à la combinaison et héritabilité de quelques caractères agronomiques du blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Mémoire de Magister, Université Saad Dahlab - Blida, 2013, 136 p.
- [18] Steel R G D, and Torrie J H. Principles and procedures of statistics. *McGraw-Hill Books*, New York, USA, 1982.
- [19] Cropstat 7.2.3. Free Software package for windows, International Rice Research Institute, IRRI, Manila, 2008.
- [20] Saraoui T. Etude de la variabilité morphologique des populations F₂ de blé dur (*Triticum durum* Desf) : utilisation d'un indice de sélection. Mémoire de Magister, Université El-Hadj Lakhdar - Batna, 2011, 84 p.
- [21] Rabti A. Etude de la variabilité phénotypique et du déterminisme génétique de quelques caractères à variation continue chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) en conditions semi-arides. Mémoire de Magister, Université El-Hadj Lakhdar - Batna, 2015, 75 p.

How to cite this article:

Fellahi Z, Hannachi A, Ferras K, Oulmi A, Boutalbi W, Bouzerzour H, and Benmahammed A. Analysis of the phenotypic variability of twenty F₃ biparental populations of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) evaluated under semi-arid environment. *J. Fundam. Appl. Sci.*, 2017, 9(1), 102-118.